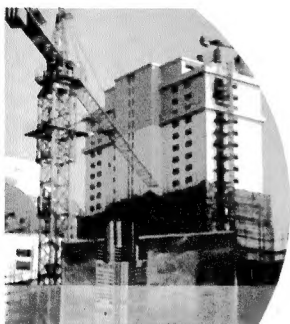


إدارة المشاريع

منهج كمي



د. محمود العبيدي

د. مؤيد الفضل



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إدارة المشاريع
منهج كمي

إدارة المشاريع

منهج كمي

تأليف

الدكتور

محمود العبيدي

جامعة فيلادلفيا

الدكتور

مؤيد الفضل

جامعة الاسراء

الطبعة الأولى

2005



الفضل، مؤيد

إدارة المشاريع :منهج كمي /مؤيد الفضل ، محمود
العبيدي .- عمان :مؤسسة الوراق ، 2005 .

(...) ص

ر . أ . : (2005/4/884)

الواصفات : /إدارة المشروع //تنفيذ المشاريع /

* تم أعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

حقوق النشر محفوظة للناسر

جميع حقوق الملكية الأدبية والفنية محفوظة ويحظر طبع أو تصوير أو
ترجمة أو إدخاله على الكمبيوتر أو ترجمته على اسطوانات ضوئية إلا
بموافقة الناسر والمؤلف خطياً

مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع

ص . ب 1527 عمان 11953 الأردن / تلفاكس 5337798

البريد الإلكتروني E-mail : halwaraq @ hot mail . com

www.alwarawqpub.com

info@alwarawqpub.com

المحتويات

الصفحة	الموضوع
9	المقدمة
11	الفصل الأول : مفاهيم أساسية في إدارة المشروع
13	1.1. تعريف المشروع
15	1.1.1 مفهوم المشروع في إطار نموذج ICOM
20	2.1. خصائص المشروع
22	1.2.1 عناصر المشروع الناجح
24	3.1. إدارة المشروع
25	1.3.1 التطور التاريخي لإدارة المشروعات
28	2.3.1 إدارة المشروعات في عصر المعلومات
29	4.1. دورة حياة المشروع
41	5.1. أنواع المشاريع
47	أسئلة الفصل الأول
49	الفصل الثاني : تخطيط المشروع
51	1.2. مفهوم تخطيط المشروع
52	2.2. بيئة المشروع
57	3.2. خطة المشروع
59	4.2. أدوات التخطيط والرقابة
65	5.2. الوثيقة المرجعية للمشروع
67	6.2. مزايا تخطيط المشروع
70	أسئلة وتمارين الفصل الثاني

الصفحة	الموضوع
71	الفصل الثالث : تنظيم المشروع وتنفيذه
73	1.3 مدير المشروع
76	1.1.3. مواصفات مدير المشروع
77	2.1.3. مسؤوليات مدير المشروع
79	2.3 الهيكل التنظيمي للمشروع
94	3.3 معايير اختيار تنظيم المشروع
95	1.3.3. تنظيم المسؤوليات وتوزيعها في المشروع
101	4.3 المؤثرات الخارجية والداخلية المؤثرة في المشروع
105	5.3 مستلزمات إحالة المشروع للجهات التنفيذية
105	1.5.3. الالتزامات المترتبة على منفذ المشروع
110	2.5.3. عناصر أساسية في عملية تنفيذ المشروع
111	3.5.3. الإدارات الهندسية للمشاريع ودورها في تنفيذ المشروع
114	4.5.3. طرق إنجاز العمل في المشروع
118	5.5.3. تخطيط العمل وجدولته بالمشروع وتنفيذه
128	أسئلة وتمارين الفصل الثالث
129	الفصل الرابع : شبكات العمل/ المسار الحرج C.P.M
131	1.4 مفهوم شبكات العمل Net work
133	2.4 قواعد رسم شبكات العمل
144	1.2.4. أشكال وصيغ تصميم شبكات العمل
160	3.4 مراحل تنفيذ المشروع على أناس شبكات العمل
161	4.4 أسلوب المسار الحرج C.P.M

الصفحة	الموضوع
165	1.4.4. الحسابات الكمية اللازمة لتطبيق أسلوب المسار
	الخرج C.P.M
178	أسئلة وتمارين الفصل الرابع
179	تطبيقات مختلفة على أسلوب (C.P.M) مع دراسة حالة
197	الفصل الخامس : تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج
	بييرت PERT
199	1.5. مفهوم البرامج
200	2.5. أسلوب تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج PERT
207	3.5. العلاقة والفرق بين أسلوب C.P.M واسلوب PERT
216	4.5. الاحتياطات الزمنية
223	5.5. استخدام البرامجيات الجاهزة والحاسوب
229	الأسئلة وتمارين للفصل الخامس
233	دراسة حالة
241	الفصل السادس : أسلوب PERT / Time - Cost
	في الرقابة على تنفيذ المشاريع
243	1.6. المفهوم والاستخدامات
245	2.6. الأساسي الفكري للمبادلة Trade off بين الكلفة والوقت
	3.6. تطبيقات مختلفة لأسلوب PERT / Time-Cost في الواقع العملي
265	4.6. حالات دراسية مختلفة
290	5.6. نماذج البرمجة الخطية في أسلوب PERT/ Time-Cost
301	6.6. جدولة الكلف حسب وقت الابتدء المبكر والمتأخر

الصفحة	الموضوع
324	أسئلة وتمارين الفصل السادس
329	الفصل السابع : أساليب وتقنيات مختلفة في إدارة وتنفيذ المشاريع
331	1.7. العلاقة بين شبكات العمل Network والمخططات الزمنية Bar-Chart ودورها في الاستغلال الأمثل للموارد
331	1.1.7. تكامل العلاقة بين شبكات العمل والمخططات الزمنية
339	2.7. أساليب توزيع الموارد المتاحة واستغلالها بشكل أمثل
362	3.7. أسلوب GERT
367	أسئلة وتمارين الفصل السابع
368	المراجع العلمية للكتاب والملاحق

إن نشاطات الحياة المختلفة وبالذات الاقتصادية منها بشكل خاص في حالة تجدد وتطور ونمو في مختلف الاتجاهات والتخصصات، وقد ظهرت هذه العملية من النمو والتطور بشكل واضح في القرن السابق والقرن الحالي، حيث أن عملية النمو والتطور وولادة المنظمات المختلفة أصبح من مميزات القرن الحالي أو ما يعرف بالآلفية الثالثة والتي تشكل أهم سماته بالمقارنة مع ما سبق. ولا بد لأي حالة من حالات النمو والتطور هذه وكذلك جالة الولادة الجديدة من وجود فكرة معينة تحمل كل أو بعض طموحات متخذ القرار المستقبلية في أي منظمة أو منشأة في الواقع العملي. أن هذه الفكرة هي في واقع الحال ما يطلق عليه مسمى المشروع Project ، أي أن المشروع هو ذلك الوليد الجديد الذي يعد بمثابة نواة لأي منشأة أو منظمة، أو هو توسيع وتطوير للوضع الحالي ، ولا يمكن رعاية وتنمية هذا الوليد دون أن تكون هنالك إدارة وتوجيه من جهة عليا مدركة تأخذ على عاتقها عملية الرعاية والإشراف والتطوير .

من هنا بدأت الجهود تتوحد في إطار وافق واحد نحو خلق إدارة واعية من شأنها أن تشرف على عملية تخطيط وجدولة ورقابة عملية تنفيذ المشاريع المختلفة. ولم تعد هذه العملية رهينة بكفاءة ومهارة المخطط أو المشرف على عملية تنفيذ المشروع فحسب، بل تطورت إلى أكثر من ذلك، بحيث أصبحت تسخر لهذا الغرض الأساليب العلمية المختلفة ومن أهم هذه الأساليب هو البرمجة الشبكية التي ظهرت إلى الواقع في نهاية الخمسينات، ومن ثم بدأت بالانتماء بشكل متناسب مع تطور البرمجيات والحواسيب، ولهذا السبب يتركز اهتمامنا في هذا الكتاب على دور وأهمية هذا الأسلوب في إدارة المشاريع .

يقع كتابنا هذا في سبعة فصول، خصص الأول منها للمفاهيم الأساسية في إدارة المشاريع، والفصل الثاني خصص لدراسة عملية تخطيط المشروع مع بيان أدوات ومزايا التخطيط في المشروع. تنظيم المشروع وتنفيذه تم دراسته في الفصل الثالث من كتابنا هذا: الفصل الرابع خصص لدراسة شبكات العمل وبالتحديد أسلوب المسار الحرج (C.P.M)، أما تقييم ومراجعة تنفيذ المشاريع أو البرامج (PERT) فقد تم دراسته في الفصل الخامس. الفصل السادس خصص لدراسة أسلوب PERT/Time-Cost في الرقابة على تنفيذ المشاريع. الفصل الأخير من الكتاب خصص لدراسة أساليب وتقنيات مختلف فني إدارة وتنفيذ المشاريع. وقد تم تقديم في نهاية كل فصل مجموعة من التمارين والحالات الدراسية وكذلك الأسئلة النظرية. أما في نهاية الكتاب فقد وردت المراجع العلمية مع الملاحق الضرورية لما ورد من مادة علمية في متن الكتاب.

في الوقت الذي نضع فيه هذا الكتاب بين يدي القارئ الكريم نأمل أن تكون مادته العلمية وافية وشاملة من حيث المضمون أو المحتوى للمشكلات الأساسية في موضوع إدارة المشاريع ونسأل الله أن يوفقنا لما فيه الخير للجميع.

المؤلفان

الفصل الأول
مفاهيم أساسية في
إدارة المشروع

تهدف المادة العلمية في هذا الفصل إلى تمكين القارئ من أدراك المفاهيم الأساسية في إدارة المشروع قبل البدء في تحليل الوظائف الإدارية لإدارة المشروع، وسيتم التركيز على تحديد وتحليل الأبعاد الأساسية لمفهوم المشروع والتطور التاريخي لإدارة المشروع مع بيان دورة حياة المشروع وأهمية المشروع في منظمات الأعمال.

1-1 تعريف المشروع Definition of project

من التساؤلات التي يثيرها تحديد مفهوم المشروع هي كيفية توضيح المعايير التي طبقا لها يتم تمييز نشاط للمشروع عن أنشطة المنظمة الأخرى ومن هذه المعايير هي ما يلي :

- 1- أنشطة غير متكررة .
- 2- حجم قليل وتنوع كبير في الأنشطة .
- 3- محاولة مؤقتة لتقديم منتج أو خدمة لأول مرة [هذا المعيار تم تحديده من قِبل معهد إدارة المشاريع الأمريكي]
- 4- أنشطة لها بدايات ونهايات زمنية محددة .

[(PMI)(Project Management Institute)

في إطار هذه المعايير يُعرف المشروع بأنه نشاط بشري منظم يهدف إلى إنجاز هدف معين في فترة زمنية محددة (بدايتها ونهايتها محددة) وباستخدام موارد متنوعة من (العاملين والمستلزمات الفنية والطاقة والمواد الأولية والموارد المالية أو أية بيانات أو معلومات لازمة لعملية الإنجاز) ..

أما جمعية إدارة المشروعات البريطانية (Association of Project Management), (PMA) ، فقد عرفت المشروع بما يلي:

(مجموعة من الأنشطة المترابطة غير الروتينية لها بدايات ونهايات زمنية محددة، يتم تنفيذها من قبل شخص أو منظمة لتحقيق أداء وأهداف محددة في إطار معايير الكلفة ، الزمن ، الجودة) .

كما عرف المشروع بأنه "مجموعة من الأعمال المترابطة يتم تنفيذها بطريقة منظمة " .

وعرف أيضا بأنه" عبارة عن مجهود يتم القيام به بهدف تحقيق إنجاز محدد، لمرة واحدة ، وذو طبيعة خاصة لا تتكرر بنفس الصورة، ويتم إنجازه خلال فترة زمنية محددة وفي حدود ميزانية مالية محددة " .

وفي إطار فهم وتعريف المشروع ينبغي التمييز بين بعض المصطلحات التي يترادف استخدامها مع المشروع ومنها :

- برنامج Program ويقصد به مجموعة من المشروعات التي تساهم في تحقيق هدف كبير وطويل الأجل .

- مهمة Task ويقصد بها تجزئة المشروع إلى مراحل جزئية باكملها يكتمل المشروع .

- حزم عمل Work Packages وتمثل تقسيم المهمة إلى أعمال بإنجازها يتم اكتمال المهمة .

- وحدات عمل Work Units ويقصد بها تجزئة حزم العمل إلى أوامر عمل باكملها تكتمل حزم العمل.

ويمكن توضيح هذه المفاهيم بمثل عن برنامج تطوير المهارات الإدارية في إحدى المنظمات: حيث يتضمن البرنامج مجموعة برامج تدريبية كل برنامج يمثل مشروع ضمن البرنامج العام الذي يهدف إلى تطوير أداء العاملين في مجال المهارات الإدارية. لتنفيذ كل برنامج تدريبي يتم تحليل البرنامج إلى مهام رئيسة (مثل أعداد المادة التدريبية، تهيئة أماكن التدريب، جدولة المحاضرات) ثم يتم تجزئة كل مهمة إلى حزم عمل حيث يتم تجزئة مهمة إعداد المادة التدريبية إلى (الاتصال بالمختصين لتكليفهم بعملية الإعداد للمادة التدريبية ، تهيئة مستلزمات طباعة المادة التدريبية... الخ) ثم يتم تجزئة حزم الأحداث إلى وحدات عمل صغيرة تسند إلى الأشخاص لتنفيذها يومياً.

1.1.1 مفهوم المشروع في إطار نموذج ICOM

يعتبر النموذج أداة في فهم أي ظاهرة وينطبق ذلك على المشروع، ومن النماذج الإدارية المتعارف عليها نموذج النظام والذي يحل أي نظام تشغيل إلى مدخلات وعمليات ومخرجات ، وطبقاً لهذا النموذج يتمثل المشروع بعملية تحويل أنواع معينة من المدخلات إلى مخرجات محددة في ظل مجموعة من القيود وباستخدام آليات متنوعة لإتجاز المشروع ، أي أن المشروع بموجب هذا النموذج يتضمن العناصر التالية:

- المدخلات Inputs
- قيود Constraints
- مخرجات Outputs
- آليات عمل Mechanisms

وباستخدام الحرف الأول من كل عنصر باللغة الإنكليزية تظهر تسمية النموذج والمتمثلة بـ (ICOM)، وفيما يلي توضيح موجز لهذه العناصر :

أولاً - المدخلات INPUTS

تعتبر الرغبة في تطوير الوضع الحالي المحرك الأول لظهور أي مشروع، حيث يشكل المشروع الأداة التنظيمية للاستجابة لأي عملية تغيير في أنظمة عمل المنظمة المادية وغير المادية، ويتم التعبير عن هذه الحاجة بوثيقة تعبر عن تقييم الوضع الحالي ومبررات التغيير المطلوب، والتي قد تعتبر أحياناً استجابة لرغبات المستهلك أو تنفيذاً لحاجات استراتيجية للمنظمة أو الاثنين معاً.

ثانياً - القيود Constraints

إن إستجابة المشروع لتحقيق رغبات المستهلك وأهداف المنظمة تتأثر بمجموعة من القيود والتي تركز بشكل كبير على (الوقت، الكلفة، الجودة)، إضافة إلى قيود أخرى والتي يمكن توضيحها كما يلي :

1- الوقت Time

جميع المشاريع مقيدة بزمن معين للإيجاز والذي يشكل في الواقع التحدي الأكبر لإدارة المشروع .

2- الكلفة Cost

إن حجم وتوقيت الموارد المالية تعتبر عاملاً أساسياً في استمرارية عمليات تنفيذ المشروع .

3- الجودة Quality

وتتمثل بجميع المعايير المعتمدة لقبول المنتج النهائي والمتمثلة بالمشروع وكذلك مراحل وعمليات تنفيذ المشروع .

4- القيم Ethical

ويقصد بها قيم المنظمة التي توجه سياستها والتي تميزها عن المنظمات الأخرى.

5- البيئة Environment

تعتبر المحددات البيئية التي توضحها قوانين الدول من القيود الأساسية التي أخذت تحكم عمل المنظمات في معظم دول العالم.

6- المنطق Logic

وتتمثل بالقيود التي يتطلبها النتائج المنطقي لأنشطة المشروع والتي نفترض انتهاء نشاط معين لبدء النشاط اللاحق له.

7- التأثيرات غير المباشرة Indirect effects

ويقصد بها أي مؤثرات غير متوقعة قد تؤثر على استمرار المشروع أو إنهائه مثل كوارث طبيعية، تغيرات اقتصادية مفاجئة.... الخ

ثالثاً - المخرجات Outputs

تمثل المخرجات النواتج النهائية التي يفترض عند مطابقتها لمعايير الجودة ستحقق رضا المستهلك وتحقق أهداف المنظمة.

ومن أمثلة المخرجات:

* منتج ملاي : بناية ، ملكية ، وما شابه ذلك .

* تطوير أداء العاملين : من خلال مشروع برنامج تدريبي .

* معلومات : بحث ، تقرير ، وما شابه ذلك .

رابعاً - آليات العمل Mechanisms

هي الأدوات أو الآليات التي من خلالها يتم تحقيق المخرجات ومن أمثلتها ما يلي:

* الأفراد : الذين يستخدمون بشكل مباشر أو غير مباشر في أنشطة المشروع.

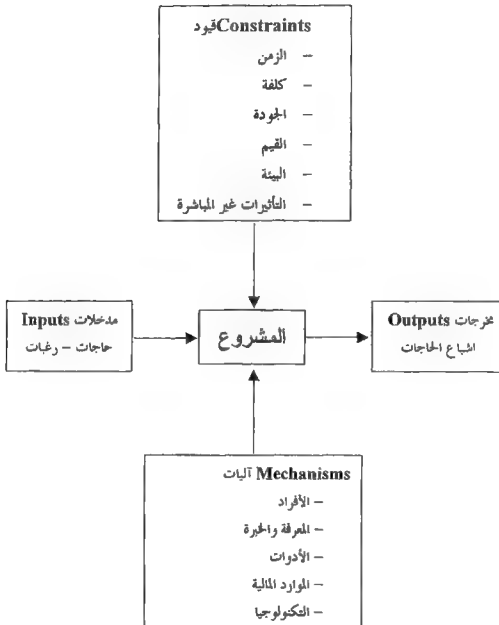
* المعرفة والخبرة : ويتمثل بمساهمات الخبراء والمستشارين في دعم إنجاز المشروع .

* الموارد المالية اللازمة لتسييد الالتزامات والمستحقات .

* تقنيات وأنوات تنظيم العمل .

* التكنولوجيا : والمتمثلة بالموجودات المادية التي تساهم في إنجاز مراحل المشروع المختلفة.

ويمكن توضيح نموذج المشروع ICOM كما في الشكل (1-1).



شكل (1-1) المشروع حسب نموذج ICOM
المصدر : (Harvey 2003, p26)

1- 2 خصائص المشروع

يتميز كل مشروع بمجموعة من الخصائص تميزه عن أنشطة المنظمة الروتينية ومن أهم هذه الخصائص ما يلي:

1- الغرض Purpose

يحدث المشروع لمرة واحدة فقط لتحقيق نتائج نهائية مخطط لها. ويكون المشروع مقعداً مما يتطلب تقسيمه إلى مهام جزئية، يجب تنفيذها لتحقيق أهداف المشروع .

2- دورة الحياة Life cycle

يعتبر المشروع بمثابة كائن عضوي له دورة حياة حيث يبدأ ببطء ثم تستزايد الأنشطة فيه حتى تصل الذروة ثم تنخفض حتى تنتهي عند اكتمال المشروع. وسيتم مناقشة دورة حياة المشروع في فقرة لاحقة.

3- الانفرادية Uniqueness

يتميز كل مشروع بخصائص فريدة تميزه عن المشاريع الأخرى ويمكن القول أنه لا يوجد مشروعان للإشياء أو للبحث والتطوير متماثلان مع بعضها تماماً، وقد يشابه مشروعان من حيث العناصر الأساسية إلا أنهما سيواجهان درجة من المخاطرة مختلفة وأسلوب الإدارة سيعكس فلسفة المنظمة ونمط إدارة المشروع.

4- الصراع Conflict

يواجه مدير أي مشروع مجموعة مواقف تتميز بالصراع، ومن هذه المواقف هو تنافس المشروعات مع الأقسام الوظيفية في المنظمة ذاتها على الموارد البشرية والمالية المتاحة . كما ينشأ الصراع نتيجة تعدد الأطراف المهتمة بالمشروع ففي أي مشروع توجد أطراف متعددة تهتم بإنجازه مثل (فريق المشروع، المنظمة الأم، الموردون، الممولون، المستفيد المباشر من المشروع..الخ) ولكل طرف من هذه الأطراف أهداف قد تتعارض مع أي طرف آخر في أي مرحلة من مراحل المشروع، فمثلاً قد يطلب العميل بعض التغييرات إلا أن هذه التغييرات تؤثر تأثيراً كبيراً على الكلفة ومن ثم أرباح المنظمة وهذا الأمر يتطلب استراتيجية واضحة لإدارة المنظمة المسؤولة عن تنفيذ المشروع للموازنة بين الأطراف المهتمة بالمشروع.

5- التداخلات Interdependencies

في حالة المنظمة التي تنفذ عدة مشروعات تواجه إدارة المشروع تداخلات مستمرة مع الأقسام الوظيفية في المنظمة ومن هذه الأقسام (التسويق، التمويل، التصنيع،... الخ) وينبغي على مدير المشروع أن يمتلك صورة واضحة عن هذه التداخلات في كل مرحلة من مراحل المشروع وبناء علاقات مناسبة مع كل قسم وظيفي منعا للصراع وحدوث الأزمات.

1-2-1 عناصر المشروع الناجح

يتميز المشروع الناجح عن غيره في ترابط مقدماته وعناصره الأساسية بشكل علمي، وبشكل عام أن بناء المشروع الناجح وتنظيمه يعتمد على أربعة عناصر أساسية وهي كيلي:

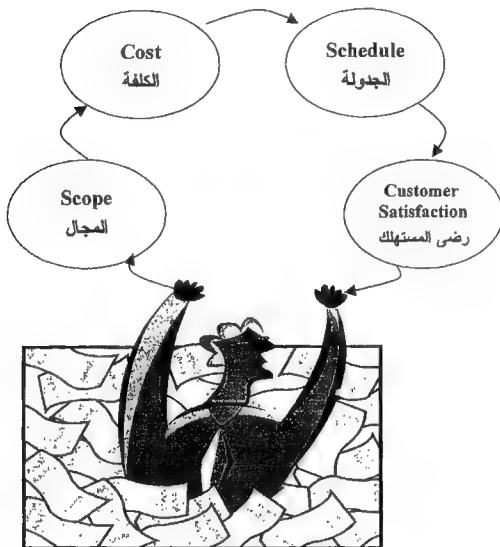
1- المجال **Scope** : يقصد بذلك وجود تبينات قليلة بين توقعات المستفيد النهائي للمشروع وما تم تنفيذه في كل مرحلة من مراحل المشروع.

2- الكلفة **Cost** : يقصد بذلك تحقق أقل ما يمكن من الانحرافات بين التكاليف المقدرة والفعلية.

3- الجدولة **Schedule** : ويعني ذلك السيطرة على توقيتات بداية ونهاية جميع مراحل المشروع .

4- رضا المستهلك **Customer Satisfaction** بحيث يتم تلبية المشروع للاحتياجات الرئيسة للمستهلك.

إن هذه العناصر تتضح من خلال الشكل رقم (2-1) .



شكل (2-1) عوامل المشروع الناجح
Factors Constraining Project Success

3-1 إدارة المشروع Project Management

يرجع تنظيم أي مهمة كمشروع إلى تركيز المسؤولية والسلطة لفرد أو مجموعة صغيرة لضمان تحقيق الأهداف، إذ يتيح تنظيم المشروع أن يكون المدير أكثر سرعة في الاستجابة للعميل والبيئة، فيتمكن من اتخاذ القرارات المناسبة، لحل المشاكل والصراعات في أسرع وقت دون أن تتفاقم وتعكس أثرا كبيرا على حساب المشروع الكلي.

وتشير الدراسات إلى أن معظم المنظمات التي تستخدم صيغ علمية لإدارة المشروع قد اكتسبت خبرة في بناء علاقات أفضل مع العميل، وانعكست إيجابا في الأداء من خلال مؤشرات زمنية وكفوية ونوعية وذلك مثل :

وقت أقل ، كلفة أقل ، جودة أعلى ، أرباح أعلى وتنسيق أفضل بين الأقسام مع مغويات ورضا أعلى للعاملين " .

وبالرغم من أن تنظيم المشروع ككيان مستقل ترافقه بعض السلبيات والتي منها ظهور تعقيد تنظيمي، صراعات بين المشروعات على موارد المنظمة الأم، إلا أن الموازنة بين مزايا وعيوب استخدام تنظيم المشروع تميل إلى ترجيح أهمية إدارة المشروع كأداة أساسية عند التخطيط لتحقيق أهداف معينة ضمن قيود الوقت، الكلفة، الجودة وغيرها .

وتعرف إدارة المشروع بأنها :

الوظيفة الإدارية التي تتضمن مسؤولية تحديد [الأهداف، التنظيم، التخطيط، الجدولة، الميزانيات التقديرية، التوجيه والرقابة] لتحقيق المعايير الفنية والزمنية والمالية للمشروع .

إن نجاح إدارة المشروع في أداء مهامها سيعطي المبررات اللازمة لاستخدام تنظيم المشروع والتي يمكن إجمالها بما يلي
(إدارة المشروعات ، Jack M. 1999) :

1- التأكد من أن النواتج النهائية للمشروع محددة بشكل واضح ومفهومة من قبل جميع الأطراف المهمة بالمشروع.

2- تحقيق التناغم والتنسيق بين أهداف المشروع وأهداف واستراتيجية المنظمة.

3- تحديد المسؤوليات في كل مرحلة من مراحل المشروع بشكل واضح ومفهوم.

4- تصميم وتنفيذ أساليب فعالة في الجدولة والرقابة أثناء تنفيذ المشروع.

5- الحصول على الدعم المناسب من المنظمة الأم لتنفيذ المشروع وذلك من خلال استخدام قنوات الاتصال المناسبة.

1-3-1 التطور التاريخي لإدارة المشروع:

نظريا يمكن القول أن علم وفن إدارة المشروع قد برز إلى الواقع منذ ظهور الحضارات البشرية الأولى كالحضارة المصرية، البابلية، الرومانية، الفارسية، الصينية، ... الخ .

وما يميز إدارة المشروع في هذه الحضارات أنها أُنجزت مشاريع ضخمة كالأهرامات، سور الصين، حدائق بابل، الخ. إلا أنها أُنجزت هذه المشاريع

دون قيود واضحة في الموارد والوقت، كما أنها لم توفر لنا الوثائق التي تمكننا من فهم كيفية عمل إدارة المشروع.

وبشكل عام يمكن تمييز المراحل التالية التي تعبر عن أهم المراحل التي شهدت تطور إدارة المشروع (Harvey- 2003) :

1- قبل عام 1950: تتميز هذه المرحلة بعدم وجود بناء معرفي يميز ممارسات إدارة المشروع، لذلك يصعب تمييز أساليب إدارية أو فنية، استخدمت في إنجاز المشاريع في تلك الفترة كما يمكن القول أن المشاريع لم تتأثر بقيود واضحة ومحددة في إطار (الزمن، الكلفة، الجودة).

2- مرحلة الخمسينات وقبل التسعينات : من أبرز ملامح هذه المرحلة استخدام الأساليب الكمية في إدارة المشروع وخاصة في المشاريع الكبيرة ومن هذه الأساليب (أسلوب المسار الحرج CPM) وأسلوب بيرت (PERT)، والتي سيتم توضيحها في فصول لاحقة.

3- مرحلة التسعينات ولحد الآن ، الاهتمام بالأبعاد الاستراتيجية للمشروع واستخدام مدخل الإدارة الموقفية الذي يركز على خصوصية كل مشروع وما يتطلبه من مهارات إدارية تتناسب مع طبيعة المشروع والبيئة المحيطة به، كما تتميز هذه المرحلة باستخدام تقنيات تكنولوجيا المعلومات وإدارة المعرفة في دعم مدير المشروع من خلال استخدام البرمجيات الخاصة، بجداول المشروع والرقابة عليه مثل إدارة المشاريع باستخدام Microsoft Project 2000 كما تتميز هذه المرحلة بظهور جمعيات ومعاهد متخصصة في إدارة المشروع ومن أبرزها:

- معهد إدارة المشروع فـي أمريكا

Project Management Institute in the USA

- جمعية إدارة المشروع في المملكة المتحدة

Association for project management (UK)

إضافة إلى ذلك تتميز هذه المرحلة باستخدام شبكة الإنترنت في نشر ثقافة إدارة المشروع وظهور منظمات متخصصة في تدريب إدارة المشروع ومن أبرز هذه المواقع التي تقدم بناء معرفي ودورات تدريبية في بناء مهارات مدير المشروع ما يلي :

www.Prince2.com

www.Pmi.org

www.Apm.org.uk

ومن مميزات هذه المرحلة ظهور المجلات والدوريات التي تواكب التطورات الفكرية والمهنية لإدارة المشروع ومن أبرزها:

- Project Management Journal وهي المجلة يصدرها المعهد

الأمريكي لإدارة المشروع أربع مرات سنوياً.

- Project مجلة شهرية تصدرها جمعية إدارة المشروع البريطانية .

- PM Net Work مجلة شهرية يصدرها معهد إدارة المشروع

الأمريكي.

1-3-2 إدارة المشروعات في عصر المعلومات :

تاريخيا استخدمت إدارة المشروعات في الإنشاءات والمهن الهندسية حيث يتطلب الأمر التخطيط والتحكم في أعمال البناء الكبيرة والمعقدة⁽¹⁾، وعلى مدى العقدين الماضيين أصبحت إدارة المشروعات تتعامل مع الأشياء غير ملموسة أكثر من تعاملها مع الأشياء الملموسة حيث تشير الإحصائيات إلى أن نحو ثلاثة أرباع اليد العاملة الأمريكية تعمل في قطاع الخدمات والتي تركز أنشطتها على التعامل مع المعلومات. وفي هذا الإطار فإن مشاريع عصر المعلومات تتمثل بتطوير الحاسوب، الأبحاث، التحليل المالي، أنظمة المعلومات، والتي تركز في معظمها على التعامل مع عالم اللاملموسات مقارنة مع عالم الإنشاءات والبناء، وفي هذه الحالة فإن الكثير من أدوات إدارة المشروعات المرتبطة بالأشياء المادية تكون ذات فائدة قليلة لذلك ابتكر العاملون في إدارة المشاريع طرق غير تقليدية تتناسب مع الطبيعة الخاصة بها⁽²⁾.

إن مشروعات عصر المعلومات تتعامل غالبا مع أشياء غير ملموسة بينما تتعامل المشروعات التقليدية في البناء والهندسة مع أشياء يمكن لمسها

(1) اتجه بعض المفكرين والمهتمين بالعلوم الإدارية إلى اعتبار أن نقطة البداية في الاهتمام بالمشاريع الإنشائية يعود إلى تسلسل الحاجات الإنسانية (وفق نظرية ماسلو للحاجات) حيث أن أول ما يفكر به الإنسان هو البحث عن سقف يأويه مع عائلته . سوف يرد لاحقا شرح واف لهذه الفكرة.

(2) يذهب البعض من المتخصصين في علم تكنولوجيا المعلومات الى تسمية العصر الحالي بأنه عصر المعلومات ويأتي ضمن التسلسل التالي للعصور : عصر الزراعة -، عصر الصناعة -، عصر المعلومات ، لمزيد من التفاصيل راجع : هديليجي ، علم وآخرون "تكنولوجيا المعلومات" دار الوراق للنشر - عمان 2002 .

ورؤيتها، فمثلاً في مشروع دراسة السوق يتعامل فريق المشروع مع عناصر مجردة غير ملموسة مثل (أفضليات المستهلكين، الأسعار المفترضة للمنتوج، المنافسين المحتملين، منتجات منافسة، الخ) وكما يقول (ديفيد ستر فريم 2003) إن الإمساك بهذه العناصر كمحاولة الإمساك بحبات الرمال لذلك تتطلب إدارة مشروعات عصر المعلومات درجة عالية من الابتكار والابداع تتناسب مع طبيعتها غير التقليدية، وأن نجاح هذه المشاريع تعتمد الى حد كبير على الأفراد المبدعين الذين يقدمون حلولاً مبتكرة أكثر سرعة وأقل جهداً لمشاكل المنظمة .

1-4 دورة حياة المشروع Project life- cycle

رغم اختلاف المشاريع من حيث طبيعة أنشطتها والمخاطر والمصاعب التي تواجهها إلا أنها تشترك في كونها تمر بمراحل (Phases) مشتركة من لحظة ظهور فكرة المشروع وحتى نقطة الانتهاء وتسليم المشروع، وينبغي التنبيه إلى أن هذه المراحل لا ترتبط بالأنشطة التي تسبق نقطة قبول فكرة المشروع وتخصيص الموارد له، وتتجسد هذه الأنشطة بدراسات الجدوى (Feasibility studies) والتي تسبق ولادة المشروع والتي تركز على إثبات أو نفي جدوى المشروع وغالباً ما تكون دراسات الجدوى بأشكالها المختلفة (السوق ، المالية، البيئة ، الفنية) مشروع بحد ذاته له بداية ونهاية زمنية محددة، فإذا بدأت فكرة المشروع ستبدأ بعدها مراحل حياة المشروع، والتي يختلف الباحثون في عددها بالرغم من إنها تماثل دورة حياة المنتج والتمثلة بظهور المنتج ثم نمو مبيعاته وبعدها مرحلة الاستقرار ثم مرحلة التدهور.

وفي إطار هذا الموضوع يتجه معظم الباحثين والمهتمين بمشاكل إدارة المشاريع إلى اعتماد نموذج يطلق عليه رمز

(4D) (Harvey 2003:p28) بموجب هذا النموذج يمر المشروع بالمراحل التالية:

1- مرحلة تعريف المشروع Define it

2- مرحلة تصميم المشروع Design it

3- مرحلة تنفيذ المشروع Do it

4- مرحلة تطوير المشروع Develop it

وباستخدام الحرف الأول لكل مرحلة باللغة الإنكليزية تظهر تسمية النموذج (4D) ، ويمكن توضيح مضمون كل مرحلة كالآتي:

1- تعريف المشروع Define the project:

تهتم هذه المرحلة بتحديد وتعريف أهداف المشروع بشكل واضح وعلاقة هذه الأهداف بأهداف المنظمة واستراتيجيتها، ويتلخص مضمون هذه المرحلة بقدرتها في الإجابة على السؤالين التاليين:

* ماذا سنفعل أي ما هي تظنية المشروع What is to be done?

* لماذا سننفذ المشروع Why is it be done?

2- تصميم عمليات المشروع Design the Project process

تركز هذه المرحلة على :

- إعداد التصميم، والنماذج المناسبة لترجمة احتياجات العميل والتي تتناسب مع أهداف المنظمة.

- تقدير وتحليل الموارد اللازمة لتنفيذ خطط المشروع.

مفاهيم أساسية في إدارة المشروع

- معالجة أي صراعات أو خلافات بين احتياجات العميل من جهة وأهداف المنظمة والموارد المتاحة من جهة أخرى.

وتتركز معالم هذه المرحلة بالإجابة على الأسئلة التالية:

* كيف ستنجز المشروع How will it be done?

* من سيشترك في كل مرحلة من مراحل تنفيذ المشروع

Who will be involved in each part?

* تحديد بداية ونهاية كل مرحلة من مراحل المشروع

.When can it start and finish

3- تنفيذ المشروع Deliver the project (do it)

تتمثل هذه المرحلة بالإجراءات اليومية التي تتخذ لإتجاز المشروع في

مجال:

- قيادة المشروع نحو الأهداف المرسومة له.

- الاتصال بالعاملين وتحفيزهم.

- الرقابة على العاملين ومتابعة عمليات التنفيذ.

- اتخاذ القرارات اللازمة لحل المشاكل وتسوية الصراعات.

ويمكن تلخيص هذه المرحلة بالإجابة على السؤال التالي:

* كيف سيتم إدارة المشروع على أساس يوم بعد يوم ؟

How should the project be managed on a day_ to_ day basis?

4- تطوير العمليات Develop the process

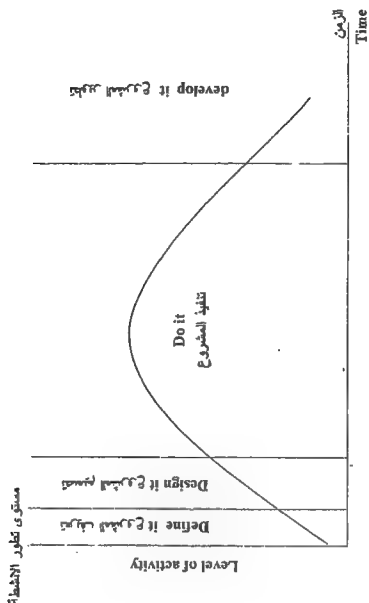
تركز هذه المرحلة على تقييم عمليات تنفيذ المشروع والنواتج النهائية للمشروع، وتحديد النقاط التي يمكن الاستفادة منها لعمليات التغيير والتطوير في المستقبل، لاي مشاريع مماثلة.

وتمثل هذه المرحلة بالإجابة على السؤال الآتي:

* كيف يمكن أن نحصل على تطوير مستمر لعمليات تنفيذ المشروع؟

How can the process be continually improved?

وعند دراسة وتحليل دورة حياة المشروع ينبغي على مدير المشروع أن يدرك تطور مستويات أنشطة المشروع في كل مرحلة من مراحل حياة المشروع وكما موضحة في الشكل (1-3) حيث يتضح من الشكل المذكور أن المشروع يبدأ بمستوى منخفض من الأنشطة وخصوصا في مرحلتي التعريف والتصميم إلا أنها تزايد بشكل ملحوظ في مرحلة التنفيذ التي تأخذ الجزء الأكبر من أنشطة المشروع ثم يبدأ بالتناقص تدريجيا حتى تنخفض بشكل ملحوظ في مرحلة تطوير المشروع .



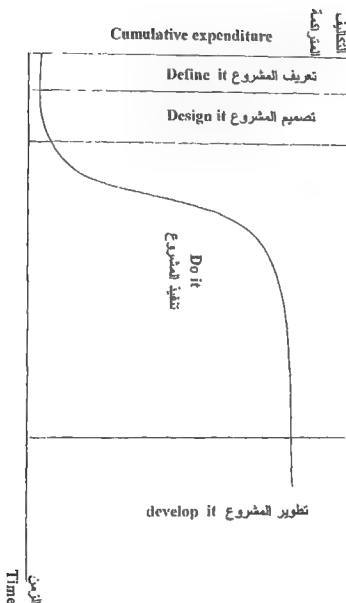
الشكل (1-3) تطور أنشطة المشروع حسب مراحل حياة المشروع

المصدر : (Harvey 2003,p39)

كما ينبغي على مدير المشروع أن يمتلك التصور الواضح لتطور تكاليف المشروع وكيفية تراكمها في كل مرحلة من مراحل حياة المشروع وكما هو واضح في الشكل (1-4) حيث نلاحظ أن مستوى التكاليف منخفضا في مرحلتي التعريف والتصميم ثم تتزايد بشكل متسارع مع مرحلة التنفيذ التي تأخذ الجزء الأكبر من تكاليف المشروع ، إلا أنه ينبغي الاهتمام بمرحلة تطوير المشروع واعتبارها من تكاليف المشروع حيث تعتبر مرحلة التطوير نقطة تعلم فريق المشروع من دروس المشروع الحالي من حيث الإيجابيات والسلبيات للاستفادة منها في مشاريع المستقبل .

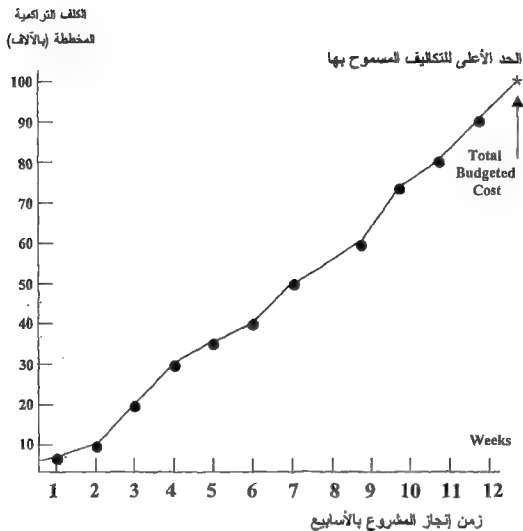
وبشكل عام ينبغي أن يكون لدى إدارة المشروع حدود قياس كلفوية واضحة تعتمد للمقارنة والموازنة والتحليل وتعرف باسم (Cost Budgeted) التكاليف المخططة كما هو واضح من الشكل رقم (1-5) حيث يتضح أن علامة النجمة (*) تعني آخر ما يمكن أن تصل إليه التكاليف الكلية لموازنة للمشروع. وتكون هذه التكاليف موضوعة من قبل جهات متخصصة وكذلك الحال في عملية التحليل والمقارنة مع ما سوف يتحقق من كلف فعلية (Cost Actual) كما هو واضح في الشكل رقم (1-6) الذي يلاحظ منه أن هنالك فروقات قد ظهرت بين ما هو محدد في موازنات الكلف من أرقام وما هو واقع فعلا من كلف والتي كانت أعلى من الأولى في نهاية الأسبوع الثامن بمقدار 4000 دولار، كمثال في تحديد الفروقات .

ويذهب المتخصصون في العلوم الإدارية وبالتحديد في مجال إدارة المشاريع إلى رأي مهم في هكذا نوع من الحالات، وهي أن هناك قيم مكتسبة تظهر خلال عملية تنفيذ المشاريع وتراكم الكلف، يتم حسابها بالاعتماد على ما هو متوفر من أرقام لكافة أنشطة المشروع التي يتم تنفيذها خلال السقف الزمني المحدد لذلك ، ويكون هذا المنحنى معبراً عن مقدار القيمة التراكمية المكتسبة لقاء تحقق الكلف التي ترتبت على إنجاز عمليات وأنشطة المشروع كما هو واضح في الشكل رقم (1-7).

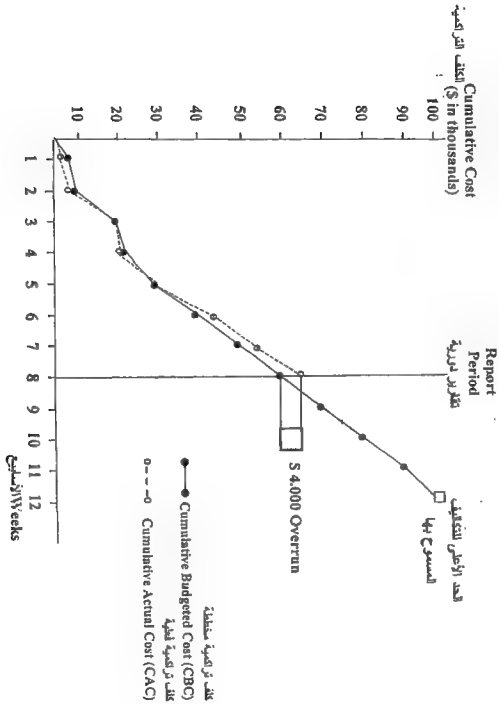


الشكل (4-1) تراكم التكاليف حسب مراحل حياة المشروع

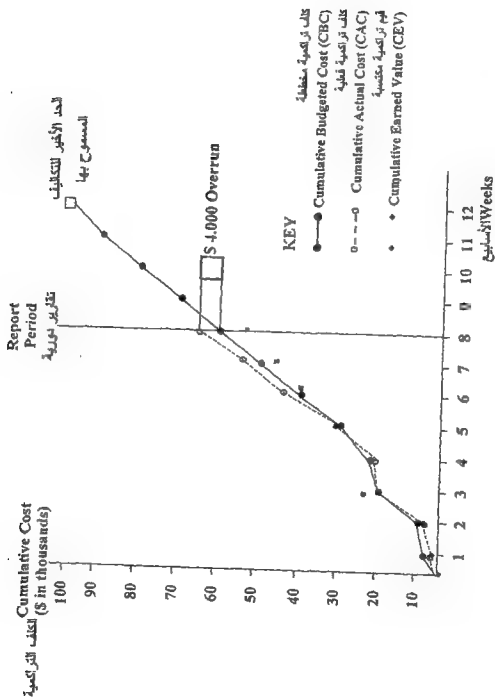
المصدر : (Harvey 2003,p29)



شكل (1-5) منحى الكلف التراكمية وأعلى نقطة لها (*)
Cumulative Budgeted Cost



شكل (1-6) مقارنة الكلف التراكمية المخططة مع الكلف التراكمية الفعلية



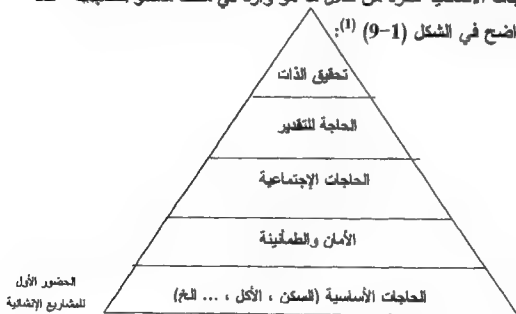
شكل (7-1) مقارنة الكلف التراكمية (المخططة) مع بيان القيم المكتسبة

5-1 أنواع المشاريع Types of Projects

يعرض المتخصصين في العلوم الإدارية تقسيمات مختلفة للمشاريع في الواقع العملي وذلك بالإستناد إلى طبيعة القطاع أو طبيعة الهدف الذي يؤسس من أجله المشروع، بشكل عام يتفق الجميع على وجود التقسيمات أو الأنواع التالية من المشاريع كما هو واضح في الشكل رقم (1-8) ، وفيما يلي توضيح لكل واحدة من هذه الأنواع :

أولاً: المشاريع الإنشائية Construction projects

وهي المشاريع الأكثر شيوعاً في الواقع العملي، ويذهب البعض إلى ربطها بالاحتياجات الأساسية للفرد من خلال ما هو وارد في مثلث ماسلو للحاجات كما هو واضح في الشكل (1-9)⁽¹⁾:



شكل (1-9) مثلث ماسلو للحاجات

⁽¹⁾ لمزيد من التفصيل يمكن مراجعة:

Radzikowski w. Metoda projektowania inwestycji
PWE, W-wa, 1985, P.212.

* كذلك للفرد القرض يمكن مراجعة :
للشماح ، خليل محمد حسن ومحمود ، خضير كظم "نظرية المنظمة" دار المسيرة للنشر والتوزيع - الأردن -
عمان 2000 ، ص 135 .

حيث أن الفرد يبحث عادة عن سقف يلوّيه من برد الشتاء وحر الصيف ويحفظ ماله وعائلته، ومن هنا بدأ الحضور الأول للمشاريع الإنسانية في الواقع العملي . وبشكل عام يرد تحت عنوان المشاريع الإنسانية ما يلي:

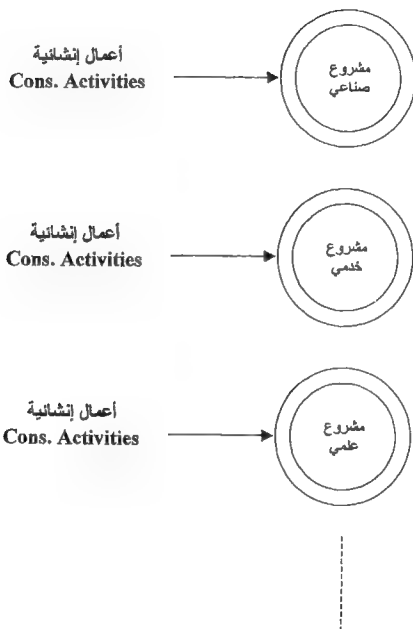
1. بناء العمارات السكنية والأبنية الملحقة بها الخاصة بإدارة الأعمال وتقديم الخدمات وما شابه ذلك.

2. بناء الطرق والجسور والسدود الخاصة بالزراعة والطاقة الكهربائية .

3. بناء الملاعب والشافعي والجامعات والمدارس.

4. بناء القواعد والمرتكزات الأساسية لكافة المشاريع الأخرى سواء كانت صناعية أو خدمية أو علمية... الخ كما هو واضح في الأشكال التالية الواردة في الشكل رقم (1-10)⁽¹⁾:

⁽¹⁾ يطلق عليه البعض اسم (البنية التحتية للمشروع) ويربط مدى نجاح المشروع بكفاءة ومناخية البنية التحتية ومدى توافقها مع تخصصات المشروع.



شكل (10-1) موقع الأعمال والمشاريع الإنشائية بالنسبة للمشاريع المختلفة

ويذهب البعض من المهتمين بهذا النوع من المشاريع إلى اعتبارها القاسم المشترك الأعظم لكافة أنواع المشاريع الأخرى، بحيث لا يمكن تصوير قيام أي مشروع دون الارتكاز على المشروع الانشائي ، ولنا عودة إلى هذا النوع من المشاريع في الفصول القادمة.

ثانيا: المشاريع الصناعية Industrial projects

ويقصد بذلك المشاريع ذات الطابع الهندسي والتكنولوجي والتي تهدف إلى إقامة المصانع والخطوط الإنتاجية وبناء أحواض السفن وبناء الطائرات وغير ذلك.

ثالثا: المشاريع الخدمية Service Project

وهي المشاريع التي يتمخض عنها مخرجات ملموسة أو غير ملموسة تقدم في أطر وصيغ مختلفة كما هو الحال في مشروع تسويق منتج جديد أو مشروع إنتاج فلم سينمائي روائي أو تصميم حملة إعلانية تمهيدا لتسويق منتج جديد ، في الفصول اللاحقة سوف يتم عرض تطبيقات فعلية لمشاريع إنتاجية تم إنجازها في منشآت معينة .

رابعا: مشاريع علمية Scientific projects

ويقصد بذلك كافة المشاريع البحثية ذات الطابع العلمي، وذلك على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:

1. معالجة مشكلة كساد أو حالة تدهور معينة في الإنتاج أو في الاقتصاد... الخ.

2. تصميم نظام معلوماتي أو بناء برامج حاسوب .
3. تطوير منتج معين (دواء، جيل جديد من الحواسيب.... الخ) .
4. بحوث الفضاء واكتشاف البحار .
5. التنقيب عن الآثار والحضارات القديمة .

خامسا: المشاريع الاجتماعية Social projects

إن المشاريع الاجتماعية ترتبط بتوجيهات الدولة نحو خلق تنمية اجتماعية لمواكبة التطورات المختلفة في مجالات الحياة، ومن هذه المشاريع هي:

1. المشاريع التي تنظم في هيئة حملات تثقيفية لتنظيم الأسرة وتحديد النسل.
2. حملات مكافحة الجريمة والفساد الاجتماعي.
3. الحملات الصحية ضد الإيدز والتدخين.
4. حملات تدعيم التكافل الاجتماعي.

سادسا: المشاريع الاقتصادية Economic projects

ويقصد بذلك المشاريع على مستوى اقتصاد البلد بشكل عام من أجل خلق صيغ للتنمية الاقتصادية ومن هذه المشاريع هي:

1. برامج مواجهة الكساد والبطالة.
2. برامج مواجهة التضخم وغلاء المعيشة.
3. مشاريع التحول نحو الخصخصة أو العولمة.
4. مشاريع استبدال العملة أو تدعيمها.

إن هكذا نوع من المشاريع لا بد وأن يتم التهيؤ لها وإعداد المستلزمات الضرورية التي تؤدي إلى إنجاح المشروع. ويتم ذلك من خلال ما يعرف بتخطيط المشروع **Project Planning** ، وهذا ما سوف نتعرف عليه في الفصل القادم .

أسئلة الفصل الأول

س1 . ما هو مفهوم المشروع، ثم بين المعايير التي تميز المشروع عن أنشطة المنظمة الروتينية ؟

س2 . ما المقصود بالمفاهيم التالية ؟

- برنامج program

- مهمة Task

- حزم عمل Work package

- وحدات عمل Work unit

س3 . ما هي عناصر نموذج (ICOM) ، ثم وضع بالرسم العلاقة بين عناصر النموذج ؟

س4 . أذكر أهم خصائص المشروع ؟

س5 . وضح مفهوم إدارة المشروعات ، ثم بين أهم مبررات استخدام تنظيم المشروع في تحقيق أهداف المنظمة ؟

س6 . ما هي أبرز المحطات التاريخية لتطور إدارة المشروعات ؟

س7 . وضح مراحل حياة المشروع حسب نموذج (4D) ؟

- س8 . بين بالرسم تطور أنشطة المشروع حسب مراحل حياة المشروع ؟
- س9 . وضح بالرسم كيفية تطور تكاليف المشروع حسب دورة حياة المشروع؟
- س10 . تكلم عن أنواع المشاريع موضحا أهمية المشاريع الإنسانية من بينها؟

الفصل الثاني

تخطيط المشروع

Project Planning

2-1 مفهوم تخطيط المشروع

تجمع معظم أبنيات إدارة المشروعات على أهمية الوقت والجهد الذي ينبغي أن يسخر لوظيفة التخطيط وذلك لدور وأهمية تخطيط المشروع في دعم إدارة المشروع في التنبؤ بكيفية سير المشروع أثناء مراحل تنفيذه ، وما هي أهم المشاكل والمخاطر التي من المحتمل مواجهتها ومن ثم ما هي وسائل معالجتها.

أن أي مشروع سيواجه العديد من المتغيرات في الواقع العملي التي لا يمكن السيطرة عليها مثال ذلك : (أن يكون العاملون دون المستوى المطلوب من المهارة، المورد لا يوفر المواد بالتوقيت أو الجودة المطلوبة)، وهنا يأتي دور التخطيط من خلال رسم الاستجابات المطلوبة لحل كل مشكلة قبل وقوعها وهذا يرتبط بقدرة مخطط المشروع على التنبؤ بالمشاكل والمصاعب التي سيواجهها المشروع في مرحلة التنفيذ ، أي أن تخطيط المشروع هو أداة لبناء تصور مسبق عن مراحل تنفيذ المشروع والمخاطر المتوقعة التي سيواجهها والاستجابات اللازمة للمعالجة .

وفي إطار فهم تخطيط المشروع سنحاول تحليل وفهم العناصر التالية :

- 1 - بيئة المشروع .
- 2 - خطة المشروع .
- 3 - أدوات التخطيط والرقابة .
- 4 - الوثيقة المرجعية للمشروع .
- 5 - مزايا تخطيط المشروع .

2-2 بيئة المشروع :

يعتبر ادراك بيئة المشروع من المهام الأساسية لمدير المشروع وكذلك فريق المشروع وذلك لتكوين الصورة الكلية للمشروع واثـر بيئة المشروع الداخلية والخارجية في رسم خطط المشروع وكذلك إجراءات تنفيذها. ومن النماذج التي تساعد في أدراك بيئة المشروع نموذج (7-S) الذي تم تطويره من قبل المستشارين في الإدارة (McKinsey and Co) والذي تم عرضه من قبل (Harvey Mylor) في كتابه (Project Management 2003). ويمكن عرض مكونات النموذج كالآتي:

1- Strategy الاستراتيجية : وتمثل المتطلبات العليا للمشروع ، ويمكن التعامل معها كنقاط مبدئية مرجعية في إدارة المشروع أكثر من كونها أنشطة إجرائية وتشكل الاستراتيجية الفاعلة ، نقطة النجاح الأولى للمشروع والتي ستوجه قرارات إدارة المشروع في جميع مراحل وأنشطة المشروع حيث توضح الاستراتيجية للعوامل الحرجة في كل مشروع والتي يجب التركيز عليها في إدارة المشروع لضمان نجاح المشروع .

2- Structure التنظيم : وتعني كيفية تنظيم الموارد البشرية حسب قواعد خطوط السلطة ويشكل نمط التنظيم إحدى التحديات الأساسية لأي مدير مشروع، وسيتم مناقشة أنماط تنظيم المشروع في الفصل الثالث .

3- Systems الانظمة: ويركز هذا البعد على كيفية أداء الأعمال من خلال أنظمة العمل الرسمية وغير الرسمية، وبيئتها أنظمة الاتصال ونظام ضبط الجودة .

للمزيد من التفاصيل عن عناصر الاستراتيجية وإثرها في إدارة المشروع يمكن الرجوع إلى: (Harvey 2003, pp50-75) .

تخطيط المشروع Project Planning

وتحاول أنظمة العمل الرسمية أن تحدد بشكل واضح وبسيط إجراءات التنفيذ والشروط الواجب مراعاتها عند تنفيذ أي إجراء .

أما أنظمة العمل غير الرسمية فتتمثل بأنظمة انتقال المعلومات بين العاملين ضمن مجموعات العمل التي تتشكل في ضوء أنشطة المشروع. أن أهم جزء في أي نظام عمل تتمثل بالعمليات التي يؤديها النظام لتحقيق الهدف أو الأهداف المرسومة له مثال ذلك: عمليات انتقال المواد في المشروع في إطار نظام إدارة المواد، عمليات تنفيذ الإجراءات المالية في إطار النظام المالي.. الخ.

4- Staff العاملين : ويتمثل هذا البعد في تحديد حجم ونوع العاملين الذين سيتم اختيارهم للمشروع، كيف سيتم اختيارهم، كيف سيتم إدماجهم وجعلهم يعملون كفريق عمل لكي يحققوا أكبر تأثير في نجاح المشروع .

5- Skills المهارات : ما هي الأدوات الإدارية والفنية التي ينبغي على العاملين أن يمتلكوا القدرة والخبرة على استخدامها لانجاز المشروع، وما هي المهارات الإدارية والقيادية التي ينبغي لإدارة المشروع أن تمتلكها لكي تنجح في تنفيذ المشروع .

6- Style/Culture : يمثل هذا الجزء (البعد غير المادي) في إدارة المشروع ، وهذا البعد لا يمكن إدارته بنفس البساطة والوضوح مقارنة بالابعاد المادية للمشروع (مثل الموارد المالية ، المكنائن ، المواد .. الخ) . ويركز هذا البعد على آليات تكوين فريق العمل ، اختيار قادة الفرق ، مراعاة الجوانب النفسية في شخصيات العاملين من حيث اتجاهات العاملين من ناحية الانبساط والانسواء كما يهتم هذا البعد بآثر الاختلاف في ثقافة العاملين من حيث

(القسم ، العادات ، التقاليد .. الخ) على إدارة المشروع وخاصة في المشاريع الكبيرة التي تنفذ من قبل منظمات متعددة الجنسيات .

7- Stakeholders المهتمون بالمشروع : يهتم هذا البعد بالأطراف الداخلية والخارجية التي تؤثر وتتأثر بالمشروع في جميع مراحل تنفيذه ، من هذه الأطراف (الممولون ، المالك أو مالكو المشروع ، الموردون ، إدارة المنظمة الأم، .. الخ) لذلك ينبغي على مدير المشروع أن يعطي الاهتمام المناسب والمتوازن ودرجة تأثير كل طرف من هذه الأطراف عند صياغة خطط المشروع وعند اتخاذ القرارات التنفيذية خلال مراحل تنفيذ المشروع .

إضافة إلى نموذج (S-7) ينبغي على مدير المشروع (الذي يعمل في ظل قيود العولمة وفي بيئة مفتوحة تربطها شبكة الإنترنت والاتصالات الدولية وما يعرف بالتجارة الإلكترونية (E-Commerce) أن يدرك النقاط التالية :
أولاً : أن المشاريع تعمل في بيئة معقدة يمكن تلخيص معالمها بـ(4CS) كما هو واضح في الشكل (1-2) وهي كالآتي :

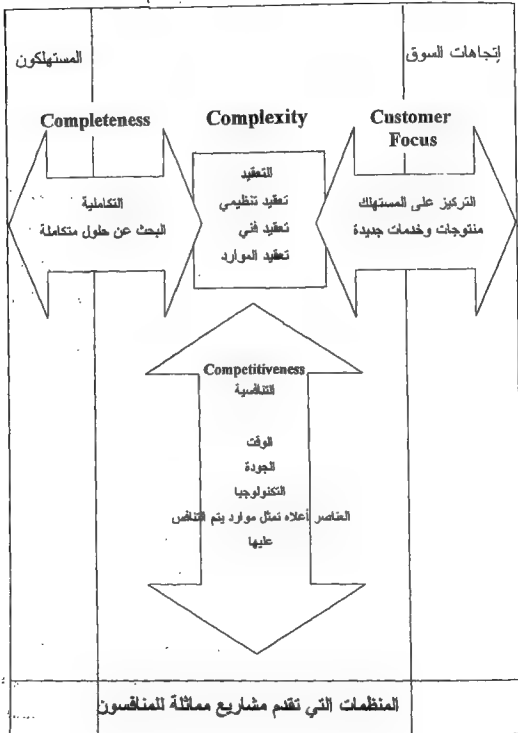
أ- complexity التعقيد (تعقيد تنظيمي ، تعقيد فني ، تعقيد موارد) .

ب- completeness التكاملية: البحث عن الحلول المتكاملة بدلا من الحلول الجزئية .

ج- competitiveness التنافسية في مجال الجودة ، الوقت ، التكنولوجيا) .

د- customer Focus التركيز على المستهلك لتلبية توقعاته الحالية والمستقبلية.

للمزيد حول هذا البعد يمكن الرجوع إلى: (2003، ديفيد سن فريم).



شكل (1-2) البيئة الخارجية للمشروع حسب نموذج 4Cs

ثانياً : إن المشاريع تعمل في بيئة متغيرة يمكن تلخيص آثارها على إدارة المشاريع كآلاتي :

1- أصبح الزمن المصدر الأساسي لخلق الميزة التنافسية ، في كل أنواع المشاريع من تطوير المنتج وحتى إنشاء الطرق والبنيات .

2- إدارة الموارد البشرية تحركت من التعامل مع العاملين كأفراد عادييين وأجزاء يعملون في ماكينة كبيرة هي المشروع إلى التعامل مع العاملين كشخصيات وكل شخصية تشكل مصدراً للابتكار والابداع . إذ أن المشاكل التي يواجه المشروع تنسم بالتعقيد والتنوع وهذا يتطلب درجة عالية من الإبداع والابتكار .

3- أن معدلات التغير في التكنولوجيا وأساليب العمل متزايدة ومستمرة، كما أن سرعة حدوثها متزايدة .

4- أصبح تركيز المنظمات على المستهلك ومحاولة تعريف وتحديد توقعاته ومواكبة هذه التوقعات وعدم التوقف عند حد معين من متطلبات المستهلك .

5- تزايد الاتجاه إلى تحقيق التكامل والانفتاح بين المستهلكين والموردين. وأصبحت المعلومات التي تمتلكها المنظمات متاحة لهم كأعضاء في المنظمة وليس خصوصاً لها.

6- الاهتمام بأنظمة العمل اليباتية في الإدارة وخاصة تجارب شركة نويوتا في أنظمة الخزين (مثل التخزين بحدود الدفعة المطلوبة للإنتاج وفي وقت استحقاقها) مما يقلل من الخزين إلى أدنى مستوى ممكن كما هو الحال في نظام (Just in Time) إضافة إلى نظام التلف الصفري (Zero Defect) .

7- تنامي قطاع الخدمات والذي أصبح في السنوات الأخيرة المحرك الرئيسي لاقتصاديات أوروبا وأمريكا بدلا من قطاع التصنيع، وكذلك في العديد من دول العالم الثالث .

2- 3 خطة المشروع :

تمثل خطة المشروع خريطة طريق ترشد فريق المشروع إلى كيفية الوصول من النقطة (أ) إلى النقطة (ب)، وتمثل نقطة انطلاق المشروع. ولأهمية الخطة فإن إعدادها يتطلب جهدا ووقتا كبيرا من إدارة المشروع وقد تشترك جميع الأطراف المهمة في المشروع (Stakeholders) في إعداد الخطة لضمان فهمها وتقليل فرص حدوث الصراعات بينها في مرحلة التنفيذ .

في اطار المشروع تأخذ الخطط ثلاثة أبعاد ، حيث تركز هذه الأبعاد على ما يلي :

- الوقت اللازم للإنجاز.

- الموارد المالية.

- الموارد البشرية والمادية.

تهدف خطة المشروع بأبعادها الثلاث إلى تحقيق السيطرة على المشروع وذلك بمقارنة ما سيحدث فعلا في المشروع مع المعايير المثبتة في الخطة. ومن خلال التغذية الراجعة تسعى إدارة المشروع إلى إبقاء المشروع في مساره المخططه . ولتمكين إدارة المشروع من استخدام الخطة في التحكم بالمشروع ينبغي أن تحدد معايير واضحة ومحددة لدرجة الاختلافات المقبولة بين المخطط والمتحقق. ودرجة القبول ترتبط بطبيعة المشروع ودرجة المخاطرة المرتبطة به فمثلا في مشاريع إنتاج أدوية جديدة لمكافحة بعض

الأمراض الخطيرة كالسرطان ، الأيدز ، ترتفع درجة الاختلافات وقد تصل إلى 20% لأن المشروع يتعامل مع درجة عالية من الشك وعدم التأكد ، بينما في مشاريع روتينية كمشاريع الانشاء التقليدية قد لا يقبل بأكثر من 2% من الاختلافات لأن عمليات المشروع ونتائج تكاد تكون معروفة بشكل دقيق .

وفي إطار اعداد خطة المشروع ينبغي أن تراعى إدارة المشروع كلفة اعداد الخطة والتي تتأثر بمجموعة عوامل من أهمها :

1- تعقيد المشروع : كلما ارتفع مستوى تعقيد المشروع من حيث (التكنولوجيا ، الموارد ، التنظيم) كلما ارتفعت كلفة التخطيط .

2- حجم المشروع : تتطلب المشاريع الكبيرة نفقات كبيرة للعمليات الإدارية المرتبطة بالتخطيط والسيطرة قد تصل أحيانا إلى نصف الكلفة الكلية للمشروع. بينما في المشاريع الصغيرة قد تتراوح الكلفة بين (5-10%) من حيث تكاليف المشروع .

3- ثقافة المنظمة : تشتهر بعض المنظمات بتميزها في عمليات التخطيط والسيطرة بينما تفشل بعض المشاريع لارتباطها بمنظمات لا تمتلك أدوات واضحة للتعامل مع المستقبل والسيطرة عليه . لذلك يمكن القول أن المنظمات التي تتقن عمليات التخطيط والسيطرة سينشأ عنها مشاريع تتقن التخطيط والسيطرة والعكس صحيح .

4 - درجة الشك وعدم التأكد : في المشاريع التقليدية التي تتعامل مع عمليات واضحة وتقليدية كمشاريع البناء التقليدية فإن كلفة اعداد الخطة وبرامجها التفصيلية ستكون أقل مقارنة مع مشاريع تتعامل مع عمليات جديدة ونتائجها غير مؤكدة مثل مشاريع إنتاج أدوية لمكافحة أمراض خطيرة كالسرطان والإيدز .

5- عدد ونوع أدوات التخطيط والرقابة فكلما كانت الأدوات بسيطة وسهلة الاستخدام كلما انخفضت كلفة التخطيط والعكس صحيح .

2-4 أدوات التخطيط والرقابة :

تستلزم عملية التخطيط اعداد الجداول وبرامج العمل التفصيلية، وكلما كان اعداد هذه الجداول سهل التعلم والاستخدام كلما انخفضت كلفة التخطيط والعكس صحيح. ونتيجة لدعم الحاسوب في اعداد الجداول والمخططات أصبحت أدوات التخطيط والسيطرة متاحة من خلال الحاسوب الشخصي الصغير بدلا من الحاسوب الكبير قبل بضع سنين .

ومن أهم أدوات التخطيط والسيطرة التي تستخدم في جدولة أعمال المشروع ما يلي :

* مخطط تحليل العمل (WBS) Work - breakdown Structure

* مخطط غانت Gantt Chart.

* شبكات الأعمال (PERT, CPM) Net works

فيما يتعلق بـ(WBS) فإنها تعتبر الأداة الأساسية في بناء الجدولة وذلك كأداة لتحليل بنية المشروع إلى اصغر وحدة نشاط يمكن جدولتها ومن ثم قياسها والرقابة عليها مثال ذلك:تحليل عملية بناء عمارة إلى أنشطة(إنشائية ، كهربائية ، مياه وصرف صحي)، ثم يتم تحليل كل مجموعة إلى وحدات عمل يمكن جدولتها واطلاقها كأوامر عمل للتنفيذ وسوف يتم توضيح هذه الأداة بشكل مفصل في الفصل الثالث .

كما أوضحنا سابقا تهدف خطة المشروع إلى السيطرة على ثلاثة أبعاد (الوقت ، المال ، المصادر البشرية والمالية) ففي إطار السيطرة على الوقت يتم ذلك عليه من خلال نشاط الجدولة باستخدام أدوات الجدولة المختلفة مثل مخطط غانت وشبكات الأعمال GANTT Chart and Networks^{*}، أما البعد المالي فيتم التعامل معه من خلال الموازنات التقديرية التي توضح كيفية توزيع الموارد المالية على أنشطة المشروع . وتهتم جميع المنظمات في اعداد الموازنات بموجب مبادئ وقواعد عالمية تنظم فقرات الموازنة.

أما المصادر البشرية والمادية فيوجد عدد كبير من الأدوات المستخدمة في التخطيط والسيطرة عليها مثل:

- مصفوفة المصادر.
 - مخطط غانت للمصادر.
 - مخطط تحميل المصادر.
- ويمكن توضيح كل واحد من هذه الأساليب كما يلي^(**):

أولا : مصفوفة المصادر

تعمل مصفوفة المصادر على ربط المصادر البشرية والمادية إلى مهام المشروع وإنشيطته. وكما موضحة في الجدول (2-1). من خلال الجدول المذكور يتضح أن المهام توضح في الحقل العمودي للجدول وتثبت المصادر على الحقل الأفقي. ويوضح الجدول المهام المطلوبة لتطوير منهاج العلوم

^{*} سيتم توضيح هذه الأدوات بتفصيل أكثر في الفصول اللاحقة.

^(**) في الفصول القادمة سوف يرد تفصيلات أكثر على أساس بيانات فعلية.

تخطيط المشروع Project Planning

والرياضيات في إحدى المدارس. ويوضح الجدول أيضا المسؤولية الرئيسية والثانوية في عملية التصميم.

ثانيا : مخطط غانت للمصادر (Gantt Chart)

أن مصفوفة المصادر تبين فقط توزيع المصادر على المهام ولا تظهر توزيعها على الزمن، وهذه المهمة يتم التعبير عنها من خلال مخطط غانت للمصادر . حيث يظهر توزيع كل واحد من المصادر أثناء مراحل حياة المشروع . كما يمكننا مخطط غانت من متابعة توزيع المصادر فعليا مقارنة مع المخطط لها. ويمكن توضيح شكل رمزي لهذا المخطط كما في الشكل (2-2) والذي هو يرتبط بالمصفوفة المشار إليها أعلاه .

جدول (2-1) مصفوفة المصادر

المصادر / المهام	اختصاصيين بالمتاح	اختصاصيين بالعلوم	مهندسين	اختصاصيين بالرياضيات	طابعة	خامس
حدد الحاجات	P					
ثبت المتطلبات	P					
صمم منهجا مبدئيا	P	S	S	S		
قيم التصميم	S		P			
طور منهج العلوم	S	P				
اختبر المنهج المجمع	S		P	P		S
اطبع وزع النتائج	S				P	

P = مسؤولية رئيسية.

S = مسؤولية ثانوية.

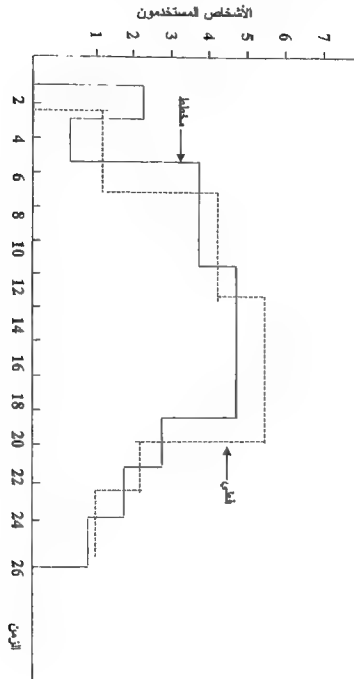
ثالثًا : مخطط تحميل المصادر⁽¹⁾

بصور هذا المخطط دورة حياة المشروع من منظور استهلاك المصادر أو الموارد . حيث يظهر المخطط أن استهلاك الموارد يكون قليل نسبيا في المراحل الأولى للمشروع ثم تتحرك بشكل كبير خلال المرحلة المتوسطة للمشروع ثم تتناقص تدريجيا حتى تنتهي عند نهاية المشروع .

ويمكن توضيح هذا المخطط كما في الشكل (2-3) ومن خلال هذا الشكل يتضح تطور استهلاك المصادر الفعلي مع المخطط لتحديد درجة الاختلاف ومتابعة أسبابها من قبل إدارة المشروع .

إن توزيع المصادر البشرية والمالية بكفاءة وفاعلية ليست عملية سهلة وخصوصا عندما تلتزم المنظمة بتنفيذ عدة مشروعات في وقت واحد مما يتطلب من إدارة المنظمة أن تعمل تسوية يتم بموجبها تعديل برامج تنفيذ المهام بما يحقق استخدام الموارد البشرية والمالية بشكل متوازن يحافظ على سير المشروعات فمثلا عندما يحتاج المشروع إلى خبرة (س) في الشهر الأول من السنة وتشير سجلات المنظمة الأم إلى أنه سيكون متفرغا في الشهر الثاني فعلى مدير المشروع أن يعيد برمجة أنشطة المشروع لكي يتمكن من استثمار (س) في الشهر الثاني بدلا من للشهر الأول وذلك لارتباط (س) مع مشروع آخر في هذا الشهر وهكذا .

(1) في الفصل الأخير سوف يعرض تطبيق لوضع بالأرقام لهذا أسلوب.



شكل (2-3) مخطط تحميل للمصادر

2- 5 الوثيقة المرجعية للمشروع ¹Project Terms of Reference

تشكل الوثيقة المرجعية للمشروع أهم الوثائق الخاصة بالمشروع والتي تعبر عن البنود الرئيسية التي تم الاتفاق عليها بين إدارة المشروع وكلا من ممول المشروع والمستفيد الرئيسي من المشروع والذي يتم تنفيذ المشروع لحسابه. وتعتبر هذه الوثيقة عن الإطار العام لمكونات خطة المشروع وفي هذا الإطار ندرج البنود التالية⁽¹⁾:

- 1- الموضوع : ويعبر عن عنوان المشروع ، أي اسم المشروع والجهات المنفذة والمستفيدة في المشروع .
- 2- خلفية المشروع : وتبين أسباب قيام المشروع ، أي تحديد الدوافع الداخلية والخارجية لانجاز المشروع .
- 3- السلطة التي أقرت المشروع : بعبارة أخرى ما هي الجهة أو الجهات التي يتعامل معها مدير المشروع عند حدوث الخلافات والصراعات أثناء تنفيذ المشروع .
- 4- المتلقي النهائي للمشروع بعد الانتهاء منه : أي تحديد المستفيد المباشر من المشروع أو الجهة التي ستقوم باستخدام المشروع .
- 5- أهداف المشروع : وتمثل للنتائج والفروائد النهائية للمشروع والتي ينبغي أن تتوافق مع اختبار SMART والذي يعبر عن العناصر التالية :

(1) لمزيد من التفاصيل يمكن الرجوع إلى (ماضي، محمد توفيق، 2000).

(محددة)	معايير محددة للإنجاز	S = Specific
(قابلة للقياس)	قياسات محددة لكل مرحلة من مراحل المشروع	M=Measurable
(قابلة للإنجاز)	يمكن تحقيقها ضمن الموارد المتاحة للمنظمة	A = Achievable
(واقعية)	تأخذ بنظر الاعتبار المتغيرات البيئية المحيطة والموارد المتاحة للمشروع.	R = Realistic
(محددة زمنياً)	مراعاة تاريخ التسليم الذي يحدده المستفيدون من المشروع	T = Time bound

6- نطاق المشروع : تحديد الأطراف المؤثرة والمتأثرة بالمشروع أي تحديد الأقسام الوظيفية في داخل المنظمة التي ستؤثر في إنجاز المشروع ودورها في إنجاز كل مرحلة من مراحل المشروع .

7- القيود : المحددات المفروضة على المشروع ومن أمثلتها قيود (الوقت ، الكلفة ، الجودة) .

8- الموازنة التقديرية : وتمثل تقديرات تقريبية لتكاليف كل مرحلة من مراحل المشروع .

9- الناتج النهائي للمشروع : ويمثل الالتزام الذي يقوم مدير المشروع بموجبه تحديد النتائج الملموسة وغير الملموسة للمشروع وذلك في نهاية كل مرحلة رئيسية من المشروع . ويتم ذلك من خلال الأدلة التوضيحية التي توضح مكونات المشروع وكيفية عملها وإجراءات الصيانة.

- 10- محاور واستراتيجيات التنفيذ : وتبين التوجهات الاستراتيجية والقواعد التي ستحكم عمل المشروع والتي تستمد من استراتيجية المنظمة .
- 11- تحليل المخاطر : ويتمثل بتحديد مصادر وأنواع الخطر والصعوبات التي ستواجه المشروع وتفسير احتمال حدوثها واعداد الخطط اللازمة لمواجهتها لتقليل أثارها السلبية على سير المشروع .
- 12- المراحل الرئيسية : ويعني ذلك تحديد المراحل الرئيسية للمشروع وتقدير الوقت اللازم لكل مرحلة والموارد اللازمة لها .
- 13- الأدوار والمسؤوليات : وتبين الاطر التنظيمية للمشروع والتي سيتم ايضاحها في الفصل الثالث .

2- 6 مزايا تخطيط المشروع

يحقق تخطيط المشروع مجموعة مزايا من أهمها :

1- خفض كلفة المشروع

ان قسما كبيرا من تكلفة أي مشروع ترتبط بالتغيرات التي تطرأ على المشروع أثناء عملية التنفيذ، أو في مرحلة التصميم، ولخفض المجموع الكلي لتكاليف المشروع ينبغي تحديد هذه التغيرات عند بداية اقرار المشروع لأنها أقل كلفة من اجراءها أثناء مرحلة التنفيذ، والذي يحقق ذلك هو قدرة خطة المشروع على توقع التغيرات في المراحل المبكرة من حياة المشروع .

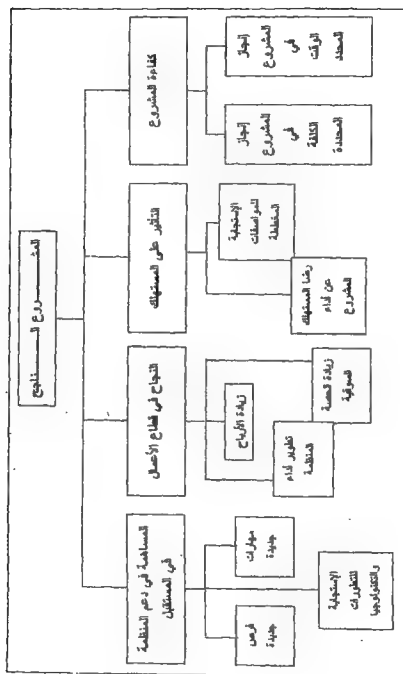
2- خفض مدة المشروع

من سمات الإدارة في البلدان المتقدمة (نخص بالذكر هنا الإدارة اليابانية) أنها تقوم بإشراك جميع الأقسام الوظيفية المؤثرة والمتأثرة بالمشروع بما في ذلك الموردين خاصة في مرحلة تخطيط المشروع وتهدف هذه المشاركة إلى مناقشة وتحليل الجدول الزمني المتوقع لمراحل المشروع، وفي إطار هذه المناقشة يتم إجراء التغييرات بشكل أسهل مقارنة مع صعوبة وكلفة التغييرات عند المباشرة بعمليات التنفيذ. وتساهم هذه الطريقة في اختصار الدورة الزمنية للمشروع (غراهام ، 2003، ص : 123) .

3- تحسين جودة المشروع

من أهم عناصر نجاح أي مشروع، قبول المستهلك والمستفيد الرئيسي للنتائج النهائية للمشروع . ويلعب تخطيط المشروع دورا رئيسا في تحديد توقعات واحتياجات المستهلك في مرحلة تعريف المشروع والتخطيط لجودة المشروع. ومن أهم أهداف تخطيط جودة المشروع، أن تكون التغييرات في مواصفات النتائج النهائي للمشروع أقل ما يمكن وذلك من خلال إشراك المستهلك في عمليات تصميم المشروع لتقليل الفجوة بين توقعات المستهلك وإدراك إدارة المشروع لهذه التوقعات، كما تحاول المشروعات الناجحة أن تجعل عملية تحقيق الجودة هدف محدد تسعى لتحقيقه، كما أنها عملية مستمرة في إطار إدارة الجودة الشاملة، والتي تؤدي (كما حصل في تجربة شركة موتورولا) إلى تقليص الدورة الزمنية للمشروع. ومن ثم تحسين الجودة. (غراهام، 2003، ص 128).

وبشكل عام يساهم تخطيط المشروع في الاستجابة بشكل عام لمعايير المشروع الناجح والتي يمكن توضيحها كما في الشكل (2-4) .



شكل (2-4) معايير المشروع الناتج

أسئلة وتمارين الفصل الثاني

- س1 . ما مفهوم تخطيط المشروع مبينا أهميته في نجاح المشروع ؟
- س2 . وضع عناصر نموذج (7-8) ودوره في دعم ادراك مدير المشروع لعناصر البيئة المؤثرة في المشروع ؟
- س3 . وضع آثار التغير المستمر في بيئة المشروع على إدارة المشاريع ؟
- س4 . ما هي العوامل المؤثرة في كلفة اعداد خطة المشروع ؟
- س5 . عدد فقط أهم أدوات التخطيط والسيطرة المستخدمة في جدولة المشاريع ؟
- س6 . وضع مفهوم الوثيقة المرجعية للمشروع ثم عدد فقط أهم عناصرها ؟
- س7 . ما هي أهم الشروط التي يجب توفرها في أهداف المشروع حسب نموذج (SMART) ؟
- س8 . ما المقصود بمخطط تحميل المصادر، وضع ذلك بالرسم ؟
- س9 . انكر أهم مزايا تخطيط المشاريع ؟

الفصل الثالث

تنظيم المشروع وتنفيذه

Project Organization and Execution

يعتبر تنظيم المشروع الوظيفة الأساسية التي توضح كيفية ارتباط المشروع بالمنظمة الأم والأسس التنظيمية التي تحكم المشروع نفسه، وفي إطار هذه الوظيفة سنحاول التركيز على أهم الأشكال التنظيمية المستخدمة في تنظيم المشروع مع بيان مزايا وعيوب كل شكل.

وقبل وصف وتحليل هذه الأشكال سيتم عرض خصائص مدير المشروع وأهم المهارات اللازمة لنجاحه في إدارة المشروع.

1-3 مدير المشروع The project manager

يعتبر مدير المشروع من أهم العناصر المؤثرة في نجاح المشروع من مرحلة التعريف وحتى الانتهاء ، فهو الشخص الذي سيتحمل مسؤولية تخطيط المشروع وتنفيذه وإنهائه، ومن المهام التي ستأخذ أولوية في عمل مدير المشروع ما يلي :

- 1- إعداد ميزانية المشروع الأولية .
 - 2- جدولة أولية لأنشطة المشروع .
 - 3- اختيار أعضاء فريق المشروع .
 - 4- التأكد من كفاية وكفاءة الموارد والتسهيلات المتاحة لإنجاز المشروع .
 - 5- تقييم مصادر التوريد مع التأكيد على التوريدات المبكرة في حياة المشروع
- ولبيان أهمية مدير المشروع ينبغي مقارنته مع المدير الوظيفي The functional manager حيث يعمل المدير الوظيفي في أحد أقسام المنظمة مثل (المالية ، الأفراد ، التسويق) ويكون متخصصاً في المجال الذي يديره ، ويمتلك قدرة تحليلية على حل المشاكل للتقنية الخاصة في قسمه الوظيفي

والجدول رقم (3-1) يوضح بعض مسؤوليات المدير الوظيفي حيث يعمل على معالجة المشاكل التي تحل بقسمه واتخاذ القرارات المناسبة لحلها.

أن مدير المشروع يفترض به أن يمتلك نظرة عامة وخلفية واسعة في المعرفة والخبرة ، إذ أنه يشرف على مجالات وظيفية متنوعة، لذلك يسعى إلى أن يكون خبيراً في خلق التوازنات والتماسك بين مجالات المشروع المختلفة، أي أن مدير المشروع يتميز بمهارة التركيب مقارنة بمهارة التحليل للمدير الوظيفي ولذلك يستخدم المدير الوظيفي مدخلا تحليليا (analytic approach) أما مدير المشروع فيستخدم مدخل النظام (systems approach) حيث بموجب هذا المدخل يتم التعامل مع أجزاء المشروع كمكونات تنتج مخرجات بطريقة هادفة ، بينما يركز المدخل التحليلي على تجزئة النظام إلى عناصر أصغر وأصغر حيث يتمكن متخذ القرار من تكوين فهم جزئي للظاهرة أو المشكلة المبحوثة.

وفي إطار المقارنة بين المدير الوظيفي ومدير المشروع كما هو وارد في الجدول (3-1) يظهر اختلاف كبير بين الاثنين، فالمدير الوظيفي يلعب دوراً إشرافياً تقنياً مباشراً لإحجاز مهام القسم الوظيفي الذي يشرف عليه، لأنه يمتلك معرفة تقنية تمكنه من توجيه العاملين لاستخدام أفضل الطرق لأداء الأعمال وحل المشاكل التي تواجههم وأما مدير المشروع فيمتلك معرفة تقنية واسعة في مجال واحد أو مجالين من مجالات عمل المشروع وعلى الأغلب لا يمتلك معرفة واسعة في المجالات الأخرى، لذلك لا يتمكن مدير المشروع من تطبيق معرفته في هذه المجالات بشكل مباشر وإنما يعمل على تسهيل التعاون بين المتخصصين في هذه المجالات والذين يحتاجون إلى هذا التخصص .

فمثلا المجال القانوني يبقى من اختصاص الدائرة القانونية ويتمثل دور مدير المشروع في استشارة الدائرة القانونية لدعم المشروع بالأشخاص أو الأفكار عند حاجة المشروع في حل المشكلة قانونية، وبشكل عام أن التفاصيل المتعلقة بأوجه الاختلاف بين المدير الوظيفي ومدير المشروع هي كما في الجدول (3-1) :

جدول (3-1) أوجه الاختلاف بين المدير الوظيفي ومدير المشروع

المدير الوظيفي	مدير المشروع
مسؤول عن إدارة الوضع الروتيني	مسؤول عن إدارة عمليات التغيير
الصلاحيات معروفة ومحددة من خلال الهيكل التنظيمي للمنظمة	خطوط السلطة غير معرفة بشكل واضح
مهام ثابتة	حزم متنوعة من المهام
يعمل من خلال أطر تنظيمية مستقرة ومستمرة مع حياة المنظمة	يعمل في إطار تنظيمي يرتبط بحياة المشروع
يمكن وصف مهامه بأنها تركز على صيانة الوضع القائم	تتصف مهامه بشكل رئيسي بالإبداع والابتكار
المهمة الرئيسية هي تحقيق الوضع الأمثل	المهمة الرئيسية هي خلق التوازنات وحل الصراعات
يتحدد النجاح من خلال إنجاز الأهداف المؤقتة قصيرة الأجل	يتحدد النجاح من خلال إنجاز الأهداف النهائية للمشروع
مواجهة محدودة مع التغييرات والمخاطر	مواجهة مستمرة مع عدم التأكد والمخاطر

المصدر: (Harvey2003-p11)

1.1.3 مواصفات مدير المشروع

عند اختيار مدير المشروع ولضمان أدائه للأدوار الإدارية المطلوبة منه ينبغي توفر مجموعة من المواصفات التي تؤهله للنجاح في إدارة المشروع ومن هذه المواصفات:

1- مهارات تقنية

وهذه ترتبط بطبيعة المشروع وكذلك نوع وطبيعة المجال الذي ستستخدم فيه هذه المهارات مثل نوع المشروع (إنشائي، صناعي، معلوماتي، زراعي، صحي، ... الخ) وهذه المهارات تساهم في بنائها وتطويرها الشهادات الأكاديمية والتدريبية في مجال التخصص إضافة إلى سنوات الخبرة.

2- مهارات إدارية

وتتمثل بقدراته في مجال اتخاذ القرار، تخطيط المشروع، تنظيم المشروع، توجيه المشروع، الرقابة على المشروع، وهذه المهارات يتم بناؤها بشكل متخصص في بعض البلدان، ففي أمريكا على سبيل المثال يتم بناء مهارات المدير عن طريق الإنتظام في معهد إدارة المشروع (PMI) الذي يشترط في من يمارس مهمة إدارة المشروع أن يحصل على إجازة من قبل المعهد إضافة إلى دورات تدريبية متخصصة لبناء وتطوير المهارات الإدارية والمهارات الإنسانية، وفي بريطانيا تقوم جمعية إدارة المشروع (APM) بنفس الدور الذي يقوم به (PMI).

3- مهارات إنسانية

تتمثل بقدرة مدير المشروع على الاتصال بالآخرين، حل الصراعات ، تكوين فرق العمل ، وغير ذلك من المهارات التي من شأنها أن تستقطب كافة العاملين في المشروع وتوحد جهودهم باتجاه انجاز المشروع.

4- مهارات فكرية

تتمثل بقدرات وإمكانيات المدير على تحديد المشاكل وتحليلها، وتكوين بدائل لحل المشكلة، اختيار البديل الأفضل، يضاف إلى ما تقدم يستطيع أن يقدم افكار جديدة تصب في تدعيم راس المال الفكري للمشروع وللمنظمة بشكل عام.

وينبغي الإشارة إلى أن هذه المهارات تراكمية أي أن سنوات الخبرة تلعب دوراً كبيراً في بناءها وتطويرها إذ أن بيئة المشروع تتسم بالديناميكية والتي تجعل لكل مشروع تجربة فريدة مقارنة بالمشاريع السابقة، وفي هذا السياق، إن أحد مراحل حياة المشروع هي مرحلة التعلم والتي تأتي بعد انتهاء المشروع حيث يقوم المدير بالاستفادة من دروسه الإيجابية والسلبية في أي مشروع قادم.

2.1.3 مسؤوليات مدير المشروع

رغم أن مسؤوليات مدير المشروع واسعة ومتنوعة إلا أنه يمكن تصنيفها في ثلاثة مجالات:

1- مسؤوليات للمنظمة الأم .

2- مسؤوليات للمشروع .

3- مسؤوليات لفريق المشروع .

فيما يتعلق بمسؤولياته للمنظمة الأم تتضمن ما يلي:

أ - قيامه بعمل إتصالات دقيقة وبتوقيينات مناسبة تضع المنظمة دوما على علم بتطورات المشروع من خلال تزويدها بالمعلومات الكافية عن (الكلفة، الوقت، الموارد) في كل مرحلة من مراحل إنجاز المشروع.

ب - إشعار المنظمة بأي مخاطر أو مشاكل متوقعة يمكن أن يواجهها المشروع في فترات قادمة، وتقليل احتمالات مواجهه إدارة المنظمة للمفاجآت.

ج - إدارة المشروع بكفاءة والمحافظة على الموارد المخصصة للمشروع.

أما مسؤولياته للمشروع فتتلخص بممارسته للأدوار الإدارية في مجال (تنظيم ، تخطيط ، توجيه ورقابة) المشروع . وفي إطار هذه الأدوار يلعب دوراً رئيساً في اختيار الأفراد والتقنيات المستخدمة في المشروع .

وفي مجال مسؤولياته لفريق المشروع فتركز على بناء وتمتين روح التعاون ، وتحفيز أعضاء الفريق على إظهار مواهبهم وإبداعهم لصالح المشروع من خلال إنكاء روح التنافس لتحقيق أعلى أداء ممكن.

ومن أجل قيام أعضاء فريق العمل بإنجاز أدوارهم بفاعلية وكفاءة يكون مدير المشروع مسؤولاً عن عملية اختيارهم بناء على مجموعة من الخواص أهمها:

أ - مهارات تقنية مرتفعة الجودة.

ب - مهارات استراتيجية تمكنهم من تحقيق التوازن بين أهداف المشروع وأهداف المنظمة.

ج - أن يكونوا موجّهين بشكل قوي نحو المشكلة (Problem Oriented) بدلاً من كونهم موجّهين للتخصص (Discipline Oriented) إذ ينبغي أن يمتلكوا قدرة عالية على مواجهة المشاكل وخلق الحلول المناسبة لها.

د - توجه قوي نحو الهدف: أي أن يكون تركيزهم على تحقيق النتائج بدلاً من الإجراءات وحساب ساعات العمل.

هـ - احترام قوي للذات: يمكنهم من تحمل مسؤولية أي مخاطر أو مشاكل، ويكون الجميع قادرين على المشاركة في تحمل النتائج الإيجابية والسلبية.

و - قدرة عالية على التعامل مع الصراعات داخل المشروع أو مع الأقسام الوظيفية في المنظمة أو الأطراف الخارجية المهمة بالمشروع.

2.3 الهيكل التنظيمي للمشروع

من المبادئ الأساسية في بناء الهيكل التنظيمي بشكل عام هو استخدام معايير تنظيمية تحدد الأسس التي في ضوئها يتم بناء الوحدات التنظيمية والذي يظهر تخصص الوحدة مقارنة بالوحدات الأخرى ، من هذه الأسس ما يلي :

- 1- الأساس الوظيفي : وهو الأكثر شيوعاً حيث يتم تنظيم الأعمال في المنظمة في ضوء الوظائف الرئيسية لها (مثل الإنتاج، التسويق، التمويل الخ).
- 2- نوع الزبون : أي على أساس فئات المستهلكين الذين يتعاملون مع منتجات المنظمة مثل (نساتي، رجالي، ولادي).
- 3- الموقع الجغرافي : عندما تتوزع أنشطة المنظمة على عدة مواقع جغرافية يتم تقسيم أعمالها حسب الموقع مثل (الجنوب ، الشمال).

4- الزمان : إذا كانت المنظمة تعمل بأكثر من وجبة عمل يتم تنظيم العمل على أساس إدارة للوجبات الصباحية وإدارة للوجبات المسائية.

5- العمليات الإنتاجية : في خط الإنتاج المتسلسل يتم تنظيم الأعمال حسب كل عملية إنتاجية مثل (السباكة، الخراطة، الصياغة، التجميع.... الخ).

6- الأساس المركب : أي استخدم أكثر من أساس مما ذكر أعلاه.

ففي ظل هذه الأنواع من الأسس التنظيمية ، يتطلب الأمر هنا إيجاد موقع المشروع ، بحيث يكون هنالك تنسيق مع الإدارات الأخرى في المنظمة دون حدوث أية معوقات ، وبسبب تعقيد بناء الهياكل التنظيمية والتطور الذي حصل في المفاهيم المرتبطة بالمشروع يظهر في الواقع العملي معوقات تحد من فاعلية العلاقة بين المنظمة الأم والمشروع ومن المعوقات الرئيسة التي تواجه أي مشروع بشكل عام هو كيفية ارتباطه بالمنظمة الأم وما هو الأساس التنظيمي الذي سيحدد علاقة المشروع بالمنظمة الأم .

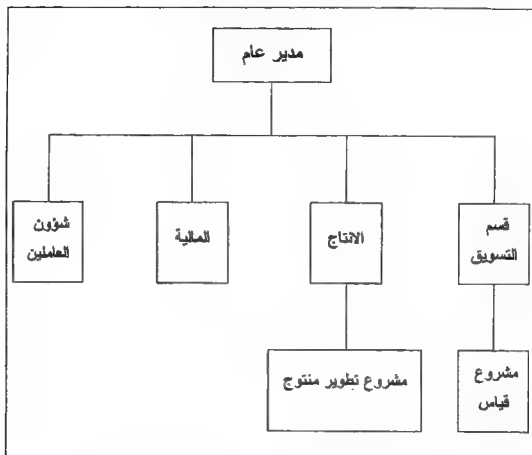
وفي هذه الإطار توجد ثلاث صيغ تنظيمية شائعة ولكل صيغة مميزات وعيوب سنحاول تحليلها كما يلي:

أولاً : المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي

The project as part of the functional organization

في هذه الصيغة يكون المشروع باعتباره أحد الأقسام الوظيفية للمنظمة وكما موضح في الشكل (3-1) . بموجب هذه الصيغة يرتبط المشروع بالوحدة التنظيمية التي تمنحه أكبر اهتمام لضمان نجاحه وتقديم له أكبر دعم لتنفيذه. على سبيل المثال إذا كانت إحدى الجامعات تفكر بمشروع فتح برنامج دراسات عليا سيتم ربط البرنامج بمساعد رئيس الجامعة للشؤون العلمية وتحت إشراف

عميد الكلية الذي يضع اختصاص البرنامج ضمن تخصصات الكلية، ويتم إدارة البرنامج من قبل رئيس القسم الذي سيقدم البرنامج .



شكل (1-3) المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي

أن هذه الصيغة (المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي) يمكن أن تكون أكثر تعقيداً مما تقدم في الشكل السابق (1-3) ، حيث تؤخذ الجوانب الهندسية والعملية بنظر الاعتبار كما هو واضح في الشكل رقم (2-3) .

لهذه الصيغة المزايا التالية:

1- أقصى مرونة في استخدام العاملين ، فعد اختيار القسم الوظيفي المناسب لإدارة المشروع، سيكون أفراد هذا القسم قاعدة دعم للمشروع من

خلال خبراتهم التقنية ، كما يمكن الاستعانة بخبرات الأقسام الأخرى بشكل جزئي ، إضافة إلى المناورة في استثمار الخبرات من خلال المناقشة بين مشروع وآخر .

2- تعميق وتوسيع خبرات العاملين في القسم الوظيفي من خلال تفاعلهم وإشراكهم في تبادل المعرفة والخبرة والتي قد تساهم في خلق حلول مبدعة نتيجة التعاون في حل المشاكل التقنية .

3- يبقى الجزء الوظيفي قاعدة في تقديم الدعم التقني حتى عندما يترك الأفراد المشروع ، كما أن الجزء الوظيفي يبقى المسار الطبيعي لتقدم الأفراد حتى وإن حقق المشروع مساهمة في دعم هذا التقدم .

إلى جانب هذه المزايا ، تواجه هذه الصيغة مجموعة من العيوب أهمها :

1. إن الزبون لا يشكل بؤرة الاهتمام بالنسبة للعاملين ، لأن الوحدة الوظيفية تبقى تركزها على مهامها الروتينية الخاصة بها والتي تأخذ غالباً أولوية على أنشطة المشروع ومن ثم إهتمامات الزبون .

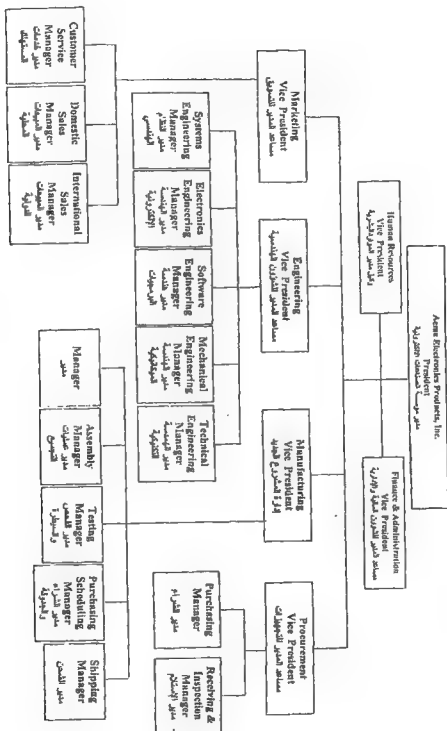
2. يكون عمل الأفراد موجهاً باتجاه الوظيفة والتخصص بدلاً من المشكلة التي تمثل الأساس في نجاح المشروع .

3. عدم وضوح مسؤولية إدارة المشروع إذ لا يوجد فرد يتحمل المسؤولية الكاملة عن المشروع مما يولد أحياناً ضعف في عمليات التنسيق .

4. يكون التركيز على الأنشطة المرتبطة بتخصص الجزء الوظيفي مع إهتمام أقل بالجوانب التي تقع خارج الإهتمام الرئيسي للوظيفة .

5. قد لا تشكل أنشطة المشروع حافزاً للأفراد لتقديم مساهماتهم بالشكل الأمثل ، لإعتقادهم بأن الوظيفة هي المسار المهني المباشر الذي ينبغي التركيز عليه .

6. لا يصلح هذا التنظيم للمشاريع المعقدة والكبيرة مثل تطوير الطائرات أو الأبحاث الإستراتيجية لأن الإحجاز سيكون بطيئاً بسبب العوامل التي ذكرت سابقاً إضافة الى ضعف عمليات الإتصال والمشاركة في المعلومات .



شكل (2-3) المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي

ثانياً تنظيم المشروع المستقل Pure project organization

بموجب هذه الصيغة يتم فصل المشروع عن بقية التنظيم الأم، ويصبح وحدة تنظيمية مستقلة من حيث العاملين وترتبط بالمنظمة الأم عن طريق تقارير التقدم الدورية.

أما الإجراءات المالية فتسمح بعض المنظمات أن يعمل المشروع بحرية كاملة داخل السقف المالي المحدد، ويوضح الشكل (3-3) تنظيم المشروع المستقل، ومن الجدير بالذكر هنا، أن هذا النوع من الصيغ التنظيمية يمكن أن ترد بشكل أكثر توافقاً مع الجوانب الفنية في كل مشروع من حيث:

1- التوجهات الهندسية Engineering .

2- عمليات التصنيع Manufacturing .

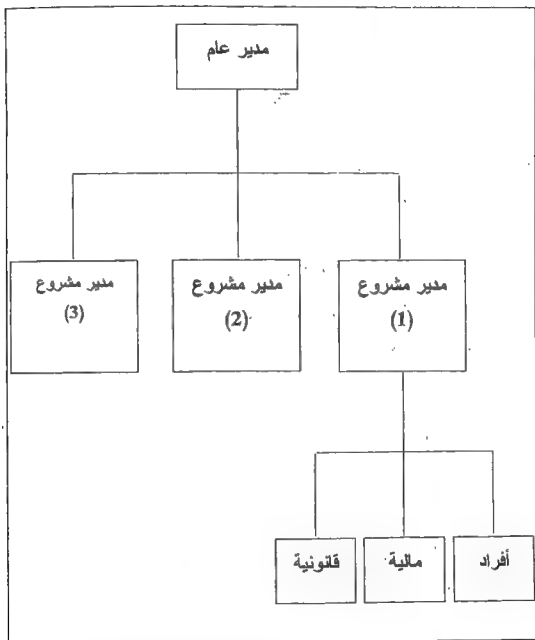
وغيرها من العمليات اللازمة لإكمال المشروع وذلك بوجود مدير في كل واحد من هذه الأقسام والشعب كما هو واضح في الشكل رقم (3-4).

لهذا التنظيم مزايا من أهمها ما يلي :

1- يمتلك مدير المشروع سلطة كاملة على المشروع بالرغم من أنه يعمل تحت إشراف وقيادة أحد الرؤساء ذات السلطة الأعلى في المنظمة الأم، إلا أنه يستخدم قوة عمل كاملة موجهة للمشروع.

2- قوة عمل المشروع ترتبط بشكل مباشر مع مدير المشروع ويتخذون قراراتهم التقنية دون الحاجة للحصول على موافقة رؤساء الوحدات التنظيمية في المنظمة الأم. أي أنهم يتحملون مسؤولية أعمالهم مباشرة مع مدير المشروع.

3-كفاءة في الاتصالات. نتيجة اختصار خطوط الاتصالات حيث يمكن لمدير المشروع أن يتصل مباشرة بالإدارة العليا للمنظمة الأم.



شكل رقم (3-3) تنظيم المشروع المستقل
Pure Project Organization



شكل رقم (3-4) تقسيمات المشروع ذات الطابع الهندسي والفني المستقل

Pure Project Organization

4- سرعة عالية في الاستجابة لمتطلبات الزبون واحتياجات الإدارة العليا وذلك لقدرة إدارة المشروع على اتخاذ القرارات السريعة.

5- سهولة في فهم الأدوار التنظيمية ومرونة عالية في التنفيذ ، من خلال تفاعلهم وإشراكهم في تبادل المعرفة والخبرة والتي قد تساهم في خلق حلول مبدعة نتيجة التعاون في حل المشاكل التقنية.

الى جانب هذه المزايا تواجه هذه الصيغة مجموعة من العيوب أهمها ما يلي :

1- في حالة تعدد المشروعات التي تنفذها المنظمة الأم قد يؤدي إلى ازدواج كبير في الجهود وخاصة للعاملين في مجال الأعمال الكتابية، وكذلك في الدعم التقني مثال ذلك قد لا يحتاج المشروع إلى مدير مالي أو مدير أفراد يتفرغ بشكل كامل للمشروع، إلا أنه لا يمكن في المشروع المستقل أن يتم تخصيص مدير مالي لأكثر من مشروع، وهذا يؤدي إلى عدم استثمار الموارد البشرية المتاحة للمشروع بشكل اقتصادي.

2- إن التنظيم المستقل يمنع إدارة المشروع من الاستفادة من الخبرات التقنية المتاحة في الوحدة التنظيمية المختصة في المنظمة الأم، لأن التنظيم المستقل لا يجعل الاتصال متاحا لفريق عمل المشروع بالجزء الوظيفي المرتبط باختصاص كل عضو من أعضاء الفريق.

3- يولد الإحساس بالقلق لأعضاء فريق المشروع، وذلك عند تفكيرهم بمصير الفريق بعد انتهاء المشروع، فهل سيتم الاستغناء عن بعضهم، أم يحدد لهم عملا أقل أهمية.

تنظيم المشروع وتنفيذه

4- يولد درجة من عدم الاتساق في طريقة تنفيذ السياسات المرسومة من قبل المنظمة الأم، والاحتياجات التقنية اللازمة لتنفيذ المشروع حيث يشعر فريق المشروع بأن المنظمة الأم بعيدة عن احتياجات الزبون والاحتياجات التقنية اللازمة لتنفيذ المشروع .

ثالثا تنظيم المصفوفة The matrix organization

يمثل تنظيم المصفوفة خليط من تنظيم المشروع المستقل وتنظيم المشروع الوظيفي وذلك للاستفادة من مزايا الصيغتين، ويوضح الشكل (3-5) تنظيم المصفوفة ومن خلال مراحل عملية تشكيل هيكل التنظيمي لهذا النوع من المشاريع ، ومن خلال الشكل يقوم مدير البرنامج بالإشراف على مدراء المشاريع، ويتم تخصيص قوة العمل من الأقسام الوظيفية حسب طبيعة المشروع فإذا كان المشروع يرتبط بأبحاث التسويق سيتم تخصيص عدد أكبر من العاملين في قسم التسويق للعمل في المشروع مقارنة مع الأعداد المخصصة من الأقسام الوظيفية الأخرى.

إن القوة الدافعة لتنظيم المصفوفة هو حاجة المنظمات التي تعمل في مجالات مرتفعة التقنية إلى تكامل التخصصات الوظيفية عندما تعمل في عدة مشروعات وترغب في المشاركة الزمنية (Time sharing) للخبرة بين أحد المشاريع والمشاريع الأخرى، إن تنظيم المصفوفة تطبيق لمنهج النظم حيث تتحمل المنظمة الأم مسؤولية تحقيق تكامل تصميم المشروع لضمان أن جميع أجزاء المشروع تعمل بتوافق وكما مخطط لها.

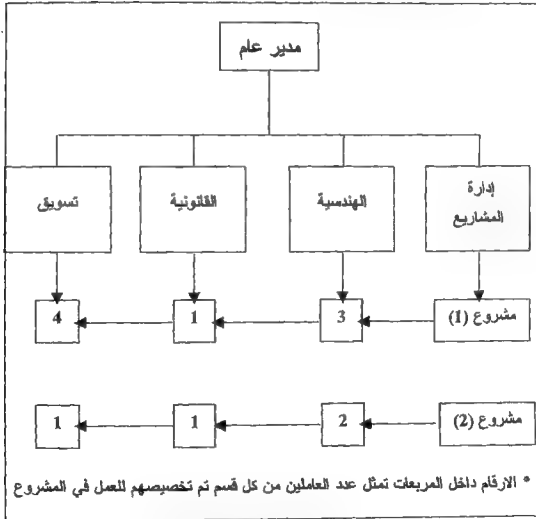
فمثلا لتطوير طائرة مقاتلة سيتضمن هذا المشروع عدة مشاريع فرعية منها على سبيل المثال:

1 - تطوير نظام الطائرة.

2 - تطوير نظام التسليح.

3 - تطوير إطار الطائرة.

4 - تطوير نظام الرادار.



شكل (3-5) تنظيم المصفوفة

وهذه المشاريع الفرعية ينبغي أن تكون متقاربة في مراحل تنفيذها من قبل أقسام (البحث والتطوير، الهندسة، التصنيع... الخ) وكذلك مع الأطراف الخارجية التي تساعد في عملية التطوير. إن إنجاز مثل هذا المشروع في تنظيم وظيفي سيواجه قيوداً إدارية نتيجة تعدد مراكز اتخاذ القرار في الأقسام الوظيفية، وإذا تم تنفيذه كمشروع مستقل سيؤدي إلى ارتفاع التكاليف نتيجة ازدواج الحاجة إلى المواهب التقنية العالية الكلفة، بينما يمكن في تنظيم المصفوفة استثمار المواهب الذاتية للأفراد العاملين أو المدراء وكل ما يتعلق برأس المال الفكري لذلك يتجه بعض المتخصصين في إدارة المشروعات إلى اعتماد صيغ للهياكل التنظيمية يذكر فيها اسم المدير والشخص المكلف بالإنجاز مع فريق العمل الخاص بكل مشروع كما هو واضح في الشكل رقم (3-6).

يتميز تنظيم المصفوفة بنقاط القوة التالية :

1- يتحمل مدير المشروع مسؤولية إدارة المشروع لإنجازه في إطار قيود (الزمن، الكلفة، الجودة) أي أن مدير المشروع موجه بالكامل للتركيز على المشروع كما هو الحال في تنظيم المشروع المستقل.

2- يساعد تنظيم المصفوفة إدارة المشروع في الاستفادة المناسبة من الخبرات المتاحة في الأقسام الوظيفية وذلك لاستخدامها بشكل مؤقت لصالح المشروع ، كما يمكن المشاريع الأخرى من الاستفادة، من هذه الخبرات، وتقادي حالة الأزواج في الاستخدام عند تطبيق المشروع المستقل.

3- استجابة سريعة لاحتياجات الزبون وبفهم مرونة التنظيم المستقل.

4- في حالة تعدد المشروعات، يسمح تنظيم المصفوفة باستخدام متزايد لموارد المنظمة وبما يسهم في تحقيق أهداف المشروعات والمنظمة في ظل قيود (الزمن، الكلفة، الجودة) .

5- تحقيق الاتساق بين إجراءات وسياسات المشروع وإجراءات وسياسة المنظمة الأم لوجود قنوات اتصال مناسبة لممثلي الوحدات التنظيمية الممثلين للمنظمة وإدارة المشروع.

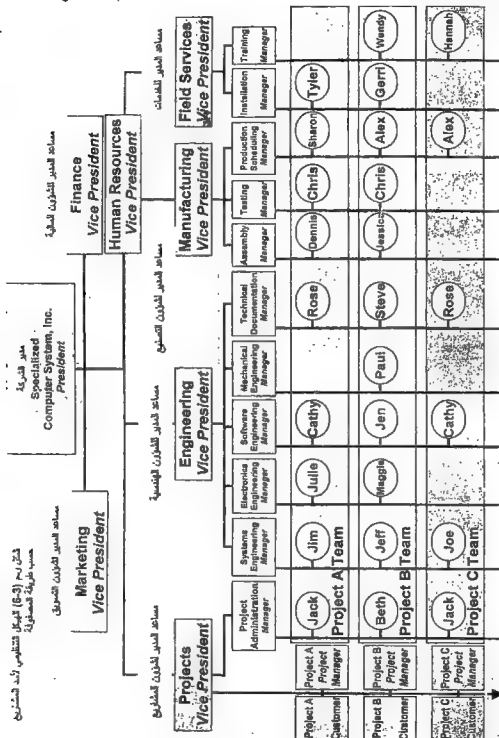
إلى جانب هذه المزايا يواجه هذا التنظيم مجموعة من العيوب أهمها:

1- إنه يولد صراعات بين مديري المشروعات لسعي كل مدير للحصول على أفضل الموارد لضمان نجاح مشروعه دون أن يأخذ بنظر الاعتبار تحقيق الأمتلية لجميع أهداف المنظمة والتي ينبغي تحقيقها من خلال جميع المشروعات.

2- ضعف درجة تحكم إدارة المشروع بالقرارات التقنية التنظيمية وحسب الاختصاص فمثلا القرارات الهندسية سيبقى جانبها التقني تحت سيطرة الدائرة الهندسية، القرارات التسويقية تحت سيطرة دائرة التسويق ... الخ" بينما يحتفظ مدير المشروع بسلطة تسيير المشروع ويفتقد أحيانا السلطة التفاوضية القوية عند التفاوض للحصول على الموارد وللتحكم في تواريخ التسليم.

3- إن تنظيم المصفوفة يتعارض مع مبدأ أساسي في الإدارة وهو "وحدة الأمر" إذ يوجد للعاملين رئيسين، الرئيسي الوظيفي في المنظمة ومدير المشروع، وهذا الأمر يولد أحيانا فوضى وصراع بين الأفراد الذين لم يواجهوا مثل هذه المواقف سابقا .

تنظيم المشروع وتنفيذه



الشكل رقم (3-6) الهيكل التنظيمي لأحد المشاريع حسب طريقة المصفوفة

مع بيان اسم المدير المكلف بالعمل

3.3 معايير اختيار تنظيم المشروع

استعرضنا سابقاً بدائل تنظيم المشروع ، حيث لاحظنا أن لكل بديل مزايا وعيوب ويبقى قرار الاختيار لإدارة المنظمة وذلك حسب ثقافة المنظمة وخبراتها في استخدام كل بديل ومن ثم قدرتها على تحقيق أفضل موازنة لمزايا وعيوب كل بديل .

إن اختيار أي صيغة تنظيمية يجب أن يكون هدفها المركزي تطبيق التقنية وبالجودة المناسبة وأن يكون (تقليل الكلفة ، تحقيق جدولة محددة ، و تحقيق استجابة سريعة للتغير) المعيار الأساسي للمفاضلة. وعند ما تعمل المنظمة في عدد كبير من المشروعات المتشابهة (مثل مشروعات الإسكان والتشييد) فيفضل صيغة المشروع المستقل للتنظيم ، كما أنها تصلح عندما ينفذ مشروع لمرة واحدة وبخصوصية واضحة يصعب ربطها بمجال وظيفي واحد، مثال ذلك تطوير خط إنتاج لمنتوج جديد، أما تنظيم المصفوفة فيمثل الاختيار الأفضل عندما يتطلب المشروع تكاملاً للمدخلات في مجالات وظيفية متعددة، لكنه لا يتطلب عمل كل المتخصصين وقت كامل، كما أنها تمثل حلاً مقنعاً عند تعدد المشروعات وجميعها بحاجة إلى استثمار خبرات التقنيين في المجالات الوظيفية المختلفة.

وللمساعدة في عملية اختيار التنظيم المناسب يمكن الاسترشاد بالمعايير التالية:

- 1- يتم تعريف المشروع من خلال تحديد واضح للأهداف والنتائج الرئيسة للمشروع.
- 2- تحديد المهام اللازمة لتنفيذ كل هدف مبيّن الوحدات الموجودة في التنظيم الأم التي تعمل كحاضنات وظيفية لهذه المهام.

3- ترتيب المهام الرئيسية حسب الأولوية وبشكل متتابعي ومن ثم تجزئتها إلى مجموعات عمل.

4- تحديد أنظمة المشروع الفرعية اللازمة لتنفيذ مجموعات العمل والعلاقات التي تربط بين هذه الأنظمة.

5- يجري تحديد بشكل واضح أي افتراضات أو خواص ينبغي مراعاتها عند تنفيذ المشروع مثال ذلك:

أ- مستوى التقنية اللازمة لإنجاز المهام.

ب- حجم المشروع (الزمن، الكلفة، الجودة).

ج- المشاكل المتوقعة من الأفراد المرشحين للعمل في المشروع .

د- الصراع المتوقع بين الوحدات التنظيمية المشمولة بتنفيذ المشروع.

تأسيسا على ما تقدم يتم المفاضلة بين صيغ التنظيم المختلفة في ضوء المعرفة الواضحة بمزايا وعيوب كل صيغة ليتم اختيار التنظيم الأنسب.

1.3.3 تنظيم المسؤوليات وتوزيعها في المشروع

. إن مسؤولية إنجاز المشروع لا تقع على جهة واحدة أو عنصر واحد في مركز القرار بل هي مسؤولية جماعية وهي لا تنحصر في مستوى واحد، بل هي تقسم وتوزع بين مستويات تنظيمية مختلفة، وبشكل عام يمكن تقسيم مسؤوليات إنجاز المشروع إلى نوعين أساسيين، وهي كما يلي:

1- المسؤولية الأساسية (P) Primary Responsibility.

2- المسؤولية المساندة (الثانوية) (S) Support Responsibility.

وعلى هذا الأساس عند تصميم الهياكل التنظيمية والإدارية لإدارة وتنفيذ المشاريع، لا بد لمتخذ القرار من تحديد طبيعة المسؤوليات وتوزيعها بين المستويات الإدارية في المشروع مع تحديد اسم الكادر الوظيفي الذي سوف يحتل المواقع المحددة وتوكل إليه مسؤولية إنجاز عمل معين.

إن المستويات الإدارية والمسؤوليات المرتبطة بها في المشروع تخضع لتقسيمات أفقية وعمودية وعلى أساس تسلسل رقمي واضح، حيث على سبيل المثال لو أخذنا مشروع معين وعلى وجه التحديد أحد المشاريع المدنية المتعلقة بتنظيم مهرجان (احتفال) Festival، ذات طابع ترفيهي واجتماعي، فإن التقسيمات للهيكل الإداري للمشروع هو كما في الشكل رقم (3-7) وهذا الشكل يوضح أيضاً كيفية استخدام تحليل العمل (WBS) Work Breakdown structure .

من الشكل المذكور يتضح ما يلي:

1- التقسيم الأفقي للمستوى الأول (level 1) هو⁽¹⁾: (الخ. . . 3,4,1,2)

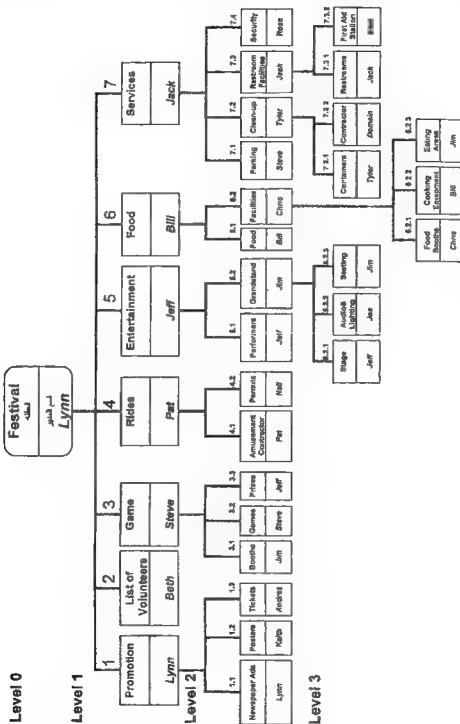
وهو مخصص للمهام الأساسية في المشروع المذكور

2- التقسيم الأفقي للمستوى الثاني (level 2) هو الخ... (3.1, 3.2, 3.3) و (1.1, 1.2, 1.3)

وهو مخصص للمهام الثانوية للمشروع .

وهكذا بالنسبة لبقية المهام والمسؤوليات التي هي مشتقة من المهام والمسؤوليات أعلاه.

(1) المستوى الصفري (level 0) خاص، بالمدير العام للمشروع المسؤول عن كافة نشاطات الحفل.



الشكل رقم (3-7) استخدام أسلوب WBS تحليل مشروع خدمي (مشروع إقامة حفلة)

3- التقسيم الأفقي للمستوى الثالث (level 3) هو : (5.2.1 ، 5.2.3 ، 5.2.1) ، (6.2.3 ، 6.2.2 ، 6.2.1) وهو مخصص للمهام الفرعية المتشعبة من المهام الثانوية أعلاه وهكذا بالنسبة لبقية المهام والمسؤوليات، حيث كلما زادت مستويات (levels) المشروع كلما زادت وتشعبت المسؤوليات وتشعب توزيعها بين فريق العمل (Work Team) الخاص لهذا المشروع ويرد في هذا الخصوص تقنيات إدارية الهدف منها تدعيم القرارات المتعلقة بتوزيع المسؤوليات بين العاملين في المشروع كما هو واضح في الجدول المصمم في صيغة مصفوفة المعروض في الشكل رقم (3-8) ويعد هكذا جدول لفريق العمل في المشروع ، عليه فإن الشكل (3-8) يعتبر الأساس في وضع معالجات وأساليب أخرى حيث يستفاد منه بالدرجة الأساس في تصميم ما يعرف باسم : (Responsibility Matrix for Project) أي مصفوفة المسؤوليات للمشروع كما هو واضح في الشكل المذكور حيث يمثل فيه المحور العمودي نوع الأنشطة، أما المحور العمودي فهو يمثل نوع المسؤولية الملفاة على عاتق فريق العمل (Work Team) وفق أسماء محددة.

Responsibility Matrix for Festival Project

WBS Item	Work Item	Ashley	Beth	Chris	Daniel	Jack	Jeff	Jim	Joe	Kyle	Lynn	Nell	Pat	Rose	Steve	Tyler
1	Festival															
1.1	Promotion															
1.2	Newspaper Ads															
1.3	Posters															
2	Tickets															
3	List of Volunteers															
3.1	Games															
3.2	Booths															
3.3	Games															
4	Prizes															
4.1	Rides															
4.2	Amusement Contractor															
5	Permits															
5.1	Entertainment															
	Performance															

الشكل (3-8) مصفوفة المسؤوليات المشروع

Responsibility Matrix for Festival Project

WBS Item	Work Item	Andrea	Deih	Bill	Chris	Damian	Jack	Jeff	Jim	Joe	Kleth	Lynn	Neil	Pat	Rose	Steve	Tyler
5.2	Grandstand																
5.2.1	Stage								P	S							
5.2.2	Audio & Lighting								S	P							
6.2.3	Seating								P								
6	Food		P	S					P								
6.1	Food		P														
6.2	Facilities		P	S					S	S				S			
6.2.1	Food Booths		P	P					S	S							
6.2.2	Cooking Equipment		P						P					S			
6.2.3	Feeding Areas													S			
7	Services													S			
7.1	Parking													S			
7.2	Clean-up													S			
7.2.1	Containers													S			
7.2.2	Contractor													S			
7.3	Restroom Facilities													S			
7.3.1	Restrooms													S			
7.3.2	First Aid Stations													S			
7.4	Security		P		S					S				P			

KEY : P = Primary responsibility, S = Support responsibility.

مسؤولية أساسية

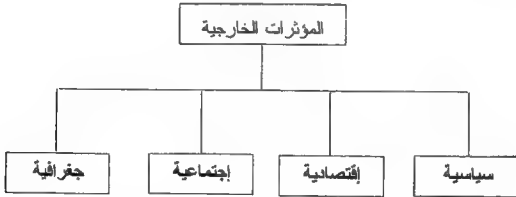
مسؤولية مساعدة

3-4 المؤثرات الخارجية والداخلية المؤثرة في تنفيذ المشروع (1)

إن منظمة الأعمال المسؤولة عن تنفيذ المشاريع لا تعمل في فراغ، بل هي تنشط في بيئات عمل مختلفة تؤثر وتتأثر بها بالشكل الذي يتمخض عنها عوامل ذات تأثير في قرارات متخذ القرار المتعلقة بتنفيذ نشاطات المشروع وفعالياته من خلال استغلال ما هو متوفر أو متاح من موارد، وهذه المؤثرات على نوعين، فيما يلي عرض لفكرة وطبيعة كل واحد منها:

أولاً: المؤثرات الخارجية:

إن هذه المؤثرات موجودة في بيئة ومحيط تنفيذ المشروع وتؤثر في مراحل تنفيذه، وتنقسم هذه المؤثرات إلى أنواع مختلفة كما هو واضح في الشكل رقم (3-9) وفيما يلي توضيح لكل واحدة من هذه الأنواع من المؤثرات.



شكل رقم (3-9) أنواع المؤثرات الخارجية المؤثرة في تنفيذ المشروع

(1) ترد هذه المؤثرات تحت مسميات أخرى وذلك مثل العوامل أو الأسباب الفاعلة ولعمري من للتفاصيل راجع: الفضل، مؤيد عبد الحسين، نظريات اتخاذ القرار دار المناهج الأردن- عمان

2005 .

1- المؤثرات السياسية : ويعني بها أية تغيرات سلبية أو إيجابية على المستوى العالمي والمحلي تدفع إدارة المشروع إلى أعداد حسابات خاصة بهذه التغيرات في مجال حساب الأوقات الزمنية لإنجاز أنشطة المشروع أو في مجال توفير مستلزمات إنجاز هذه الأنشطة من الموارد المادية المختلفة. ومن أهم أشكال وصيغ المؤثرات السياسية هي الانقلابات واستقرار الوضع السياسي والصراعات والحروب وما يترتب على ذلك من قرارات مختلفة تترك أثارا واضحة على عمليات تخطيط المشروع وتنفيذه.

2- المؤثرات الاقتصادية : ومن أهم أشكال وصيغ هذه المؤثرات هو الازدهار والكساد الاقتصادي والدخول تحت مظلة عمل المنظمات الاقتصادية العالمية المختلفة من قبيل ISO ومنظمة التجارة العالمية والسوق الأوروبية المشتركة ... الخ. ويرافق ذلك قرارات اقتصادية مختلفة ذات أثر مهم في مجريات العمل في المشروع وبالتحديد مواصفات الإنجاز وطبيعة الموارد الداخلة في المشروع وتاريخ تسليم المشروع بمراحله المختلفة.

3- المؤثرات الاجتماعية : وهي تلك المؤثرات التي تنجم عن أبعاد اجتماعية وذلك مثل التغير في النسيج الاجتماعي من حيث العادات والتقاليد والرغبات وكذلك اتجاهات وأنواق المستفيدين من المشاريع المزمع إقامتها.

4- المؤثرات الجغرافية : وهي تلك المؤثرات التي تأخذ صيغ وأشكال مختلفة، حيث أن البعض منها يتعلق بما تفرزه ظروف المناخ والطقس من عوامل ومؤثرات (الحرارة، الأمطار، الثلوج، ... الخ) والبعض الآخر ناجم عن البحث عن المكان الأفضل لعمل أو إقامة المشاريع الإنتاجية أو الخدمية.

ثانياً: المؤثرات الداخلية:

تتبع هذه المؤثرات من داخل منظمة الأعمال المسؤولة عن عملية تنفيذ المشروع أو من داخل المشروع ذاته، وتأخذ هذه المؤثرات أشكالاً وصيغ مختلفة، يمكن توضيحها من خلال الشكل رقم (3-10) وفيما يلي توضيح لأنواع هذه المؤثرات .



شكل رقم (3-10) المؤثرات الداخلية وأثرها على تنفيذ المشروع

1. المؤثرات البشرية

ويقصد بذلك كل ما يرتبط بالتقسيمات والتصنيفات الخاصة بالعاملين من حيث الاختصاصات المهنية والوظيفية وكذلك ما يتعلق بالإبداع والمهارة للعاملين في مجال إنجاز الأعمال الموكلة إليهم، حيث أن لهذه المؤثرات دوراً واضحاً في مجال الإسراع بإنجاز المشروع أو الإبطاء والتلكؤ وانخفاض مستويات الجودة.

2. المؤثرات التنظيمية

وتشمل كل ما يرتبط بالتوسع والاكتمال التنظيمي وتوفير القيادة الكفؤة واعتماد مبدأ المركزية أو اللامركزية في تفويض الصلاحيات والمسؤوليات، وكذلك كل ما يتعلق بالسلوك التنظيمي والثقافة التنظيمية وإدارة المعرفة وبالتالي قياس أثر ذلك في توفير البيئة اللازمة لإنجاز المشروع من حيث ترتيب متطلباته الإدارية والتنظيمية.

3. المؤثرات التكنولوجية

وتتعلق هذه المؤثرات بالموجود الفعلي للتقنيات الحديثة والأتمته في حوزة منظمة الأعمال التي سوف تسخر لإنجاز المشروع، ويرتبط مع هذه المؤثرات بعض التساؤلات وذلك مثل:

أ- هل أن الموجودات والمعدات والمكائن اللازمة لإنجاز المشروع تفي بالغرض المطلوب ؟

ب- هل أن التقنيات المعتمدة في المشروع تتفق ومهارات العاملين في المشروع، هل تحتاج إلى تدريب لإتقانها أم لا ؟

ج- هل التكنولوجيا المطلوبة لتنفيذ المشروع تحتاج إلى تطوير أو تغيير ؟

4. المؤثرات المالية

ويقصد بذلك توفير الموارد المالية اللازمة لتمويل عملية إنجاز مراحل المشروع ونشاطاته المختلفة في الوقت المناسب، وبعبارة أخرى هذه العملية إلى انتكاسات ويترتب عليه غرامات تأخيرية أو تردي في مستويات الأداء وينعكس ذلك سلباً على جودة وجدولة المشروع.

3-5 مستلزمات إحالة المشروع للجهات التنفيذية

إن إحالة المشروع للتنفيذ يتم بعد اتخاذ القرار من قبل الإدارة العليا بذلك، ويتطلب الأمر في هذه الحالة اختيار أحد البدائل التالية:

أولاً : تنفيذ المشروع ذاتياً، أي بالاعتماد على الإمكانيات المتوفرة في منظمة الأعمال .

ثانياً : إحالة المشروع لجهات خارجية ، وفي هذه الحالة لا بد من تنفيذه في مدة محدودة ويتم قبول الطءاءات بذلك حسب نوع المشروع علما بأن هناك أنواع مختلفة من المشاريع (إنشائية، صناعية، خدمية، علمية ... الخ) لذلك عند إحالة المشروع للجهات التنفيذية ينبغي أن يؤخذ بنظر الاعتبار طبيعة المشروع، وبالنظر لأهمية المشاريع الإنشائية باعتبارها القاعدة الأساس للمشاريع الأخرى، فإن اهتمامنا في هذه الحالة ينصب على هذا النوع من أجل توضيح متطلبات وإجراءات إحالة المشروع للجهات التنفيذية.

3-5-1 الالتزامات المترتبة على منفذ المشروع

إن هذه الالتزامات ترد ضمن ما يسمى بـ (التعليمات إلى مقدمي الطءاءات)، حيث عادة يطرح المشروع في صيغة، تعرف في بعض الأوساط الإدارية بالمناقصة، حيث أن المتقدم نحو العمل على تنفيذ المشروع، عليه الالتزام بما يرضه رب العمل من شروط والزامات ترد في مظف الطءاء الخاص بالمناقصة في صيغة تعليمات، وتشمل ما يلي:

1- اسم المناقصة

إن أي مشروع يطرح إلى التنفيذ، من المفروض أن يتضمن ما هو المطلوب وأن يتم تقديم عطاءات للأعمال المطلوب إنجازها حيث يتم ذكر تفاصيلها مع ذكر وصف للأعمال باسم (المشروع المطروح للمناقصة).

2- صيغة تقديم العطاءات

تقدم العطاءات إلى صاحب العمل داخل غلاف مختوم يكتب عليه اسم المناقصة ورقمها، وذلك بعد أن يتم ملأ استمارة تقديم العطاء والتوقيع عليها من قبل مقدم العطاء ويتم أيضا تدوين الأسعار رقما وكتابة وملئ الفراغات اللازمة، ويجب أن تكون الكتابة واضحة وخالية من الحك والشطب، وكذلك لا يجوز إضافة أي شرط أو تحفظات إلا بكتاب مستقل يرفق مع العطاء ويشار إليه بالعطاء نفسه.

3- المستندات والوثائق المرفقة مع العطاء:

يجب أن ترفق مع العطاء جميع المستندات الخاصة بالمناقصة كذلك يجب على مقدم العطاء أن يرفق مع عطاءه الوثائق التالية:

أ- هوية اتحاد المقاولين النافذة، وقت تقديم العطاء.

ب- الوثائق الخاصة بتكوين الشركة.

ج- قائمة مفصلة بالأعمال التي قام بتنفيذها مع ذكر الجهة التي قام بالعمل لحسابها.

د- قائمة بالأعمال التي يقوم بتنفيذها وقت تقديم العطاء والجهة التي قام بالعمل لحسابها.

هـ - التأمينات الأولية مع شهادة التسجيل لدى الهيئة العامة للضرائب مع شهادة أو هوية تسجيل المقاولين.

و- تفاصيل وسائل المعيشة والسكن والنقل والإقامة التي يزعم المقاول توفيرها للعاملين في المشروع .

4- منهج العمل

على مقدمي العطاءات أن يذكروا في عطاءاتهم طريقة ومنهج تقدم العمل وتفاصيل ونوع المعدات التي يعزمون استعمالها.

5- مدة إكمال الأعمال

ما لم يحدد صاحب العمل مدة إكمال الأعمال في مستندات المناقصة، فإن على مقدمي العطاءات أن يذكروا في عطاءاتهم المدة اللازمة لإكمال الأعمال، حيث يكون مقدم العطاء الذي ترسو عليه المناقصة ملزم بإكمال الأعمال ضمن تلك المدة.

6- التأمينات الأولية

على مقدمي العطاءات أن يقدموا تأمينات أولية نقدية قدرها يحدد بالاتفاق مع صاحب العمل ويجوز الاستعاضة عنها ب خطاب ضمان أو صك مصدق صادر عن أحد المصارف الحكومية أو الأهلية ومن الجدير بالذكر هنا أن صاحب العمل يحتفظ بالتأمينات طول مدة نفاذ العطاء ولمقدم العطاء طلب إعادة هذه التأمينات عند انتهاء المدة.

7- مدة نفاذ العطاءات

تبقى العطاءات نافذة وملزمة لمدة معينة اعتبارا من تاريخ غلق المناقصة الخاصة بالمشروع المطلوب تنفيذه .

8- آخر مدة لقبول العطاءات

تقدم العطاءات بموجب استمارة تقديم العطاء وذلك يتم عادة قبل الساعة الثانية عشر ظهراً من يوم العمل الاعتيادي في المنظمة التي قامت بطرح العطاء وكذلك في المصارف والدوائر الأخرى، وعلى مقدمي العطاءات أن يراعوا إرسال عطاءاتهم في وقت يسمح بوصول البريد المسجل قبل الموعد المقرر. ولا يقبل أي عطاء يسلم بعد ذلك الموعد مهما كان السبب وذلك سوف لا يقبل أي تعديل مهما كان نوعه أو تخفيف الأسعار، إذا قدم بعد الموعد المحدد.

9- تنفيذ المناقصة

على المقاول الذي يقبل صاحب العمل عطاءه الحضور خلال مدة معينة اعتباراً من تاريخ تبليغه بقرار الإحالة لتوقيع صيغة المناقصة وتقديم ضمان التنفيذ بموجب شروط المقابلة وإذا امتنع المقاول عن ذلك فلصاحب العمل الاحتفاظ بالتأمينات الأولية وتنفيذ العمل على حساب المقاول وفقاً لأحكام المقابلة وذلك بدون حيلة إلى توجيه إنذار أو توجيه أي إجراء قانوني آخر.

10- قبول العطاءات

أن صاحب العمل غير ملزم بقبول أوطى العطاءات وله الحق في قبول أو رفض العطاء أو حتى إلغاء المناقصة دون أن يكون لمقدم العطاء حق المطالبة بأي تعويضات، وإذا تم قبول العطاء فإن على المقاول الذي سيتولى تنفيذ المشروع مراعاة الأمور التالية:

أ- إذا وردت فقررة من الفقرات لم يدون سعر مقابل تلك الفقرة أو الفقرات في العطاء المقدم، ففي هذه الحالة تعتبر كلفة تلك الفقرات وبحدود الكميات المدونة مشمولة بأسعار الفقرات الأخرى.

ب- يتم تقديم مع العطاء إقرار شخصي من قبل المقاول في أنه اطلع على كافة تفاصيل إنجاز المشروع كما هو واضح في الشكل رقم (3-11) الذي يوضح استمارة تقديم العطاء.

<p>صيغة افتراضية لاستمارة تقديم العطاء</p>
<p>اسم المناقصة :</p>
<p>المسيد صاحب العمل :</p>
<p>بعد أن زرنا موقع العمل وحصلنا على جميع المعلومات الضرورية ودراسنا التعليمات وجميع مستندات المناقصة بإمعان، نتقدم بطلبنا هذا لتنفيذ (اسم العمل) ونتعهد بالتسيام بجميع الأعمال المطلوبة وتجهيز المواد اللازمة حسب شروط المقابلة ومستنداتها وذلك لقاء مبلغ قدره () دينار أو دولار، ويجري دفعه وفقا لأحكام هذه المقابلة، كما نتعهد بإكمال وتسليم العمل خلال مدة كذا يوم .</p> <p>ونقر ونعترف كذلك بأن التأمينات الأولية المدفوعة من قبلنا ستبقى في حوزتكم كضمان عن حسن نيتنا وفي حالة عدم حضورنا لتوقيع العقد خلال المدة المحدودة، يحق لكم سحب التأمينات المذكورة وإكمال العمل على حسابنا، وفقا للأحكام المنصوص عليها في المقابلة وذلك بدون حجة إلى إذار أو اتخاذ أي إجراء قانوني .</p> <p>التوقيع :</p> <p>الاسم :</p> <p>العنوان :</p>

الشكل رقم (3-11) صيغة افتراضية لاستمارة تقديم العطاء

3-5-2 عناصر أساسية في عملية تنفيذ المشروع :

يرد في موضوع عملية تنفيذ للمشروع عدد من العناصر الأساسية، نذكرها على النحو التالي:

1- المقاول

" ويقصد به الشخص أو الأشخاص أو المؤسسة أو الشركة الذي قبل صاحب العمل عطاؤه ويمكن أن ينسحب هذا الأمر على ممثلي المقاول المخولين ومن يخولونه قانوناً ومن يسمح صاحب العمل له بإجاز العمل .

2- المقاول الثانوي

ويقصد به أي شخص أو مؤسسة أو شركة غير المقاول الأساسي ، يسمى في المقابلة لتنفيذ أي جزء من الأعمال أو أي شخص يتم التعاقد معه من الباطن لتنفيذ أي جزء من المقابلة وبموافقة المهندس التحريرية ويشمل ممثلي المقاول الثانوي المخولين ومن يخوله قانونياً ومن يسمح صاحب العمل بالتنازل له.

3- تفاصيل المقابلة

يقصد بها شروط المقابلة والمواصفات والخرائط وجدول الكميات المسعرة وجدول أسعار مفردات المواد وأجور العمل والمعدات إن وجد مع عطاء المقاول وصيغة التعاقد وكتاب الإحالة وأي مستندات أخرى مدرجة في صيغة التعاقد تشكل مجموعها مستندات المقابلة.

4- مبلغ المقابلة

ويقصد به المبلغ المثبت في صيغة التعاقد والخاضع للزيادة أو النقصان بموجب الأحكام الواردة في المقابلة.

5- مدة إكمال الأعمال

ويقصد بها مدة إكمال الأعمال أو أي قسم منها، كما هو محدد في المقابلة.

6- معدات الإنشاءات أو العمل

ويقصد بها جميع المعدات والأجهزة والأشياء مهما كانت طبيعتها، المطلوبة لتنفيذ أو صيانة الأعمال ولا تشمل المواد أو الأشياء الأخرى التي تدخل في الأعمال الدائمة.

7- جدول الكميات المسعرة

ويقصد به الجدول الذي يتضمن أوصاف وأسعار فقرات الأعمال المطلوب تنفيذها بموجب المقابلة.

8- الخرائط الخاصة بهيكل المشروع

ويقصد بها الخرائط المشار إليها في مستندات المقابلة الخاصة بالمشروع وأي تعديلات فيها، يصادق عليها المهندس تحديداً كذلك أي خرائط أخرى يقوم المهندس بتجهيزها وتصديقها بشكل تحريري من وقت إلى آخر.

3-5-3 الإدارات الهندسية للمشاريع ودورها في تنفيذ المشروع

حيث تتضمن هذه الدوائر أسماء وصيغ إدارية وتنظيمية مختلفة أهمها ما يلي:

1- دائرة مدير المشروع.

2- دائرة المهندس المقيم.

وفيما يلي توضيح لهذه الإدارات مع شيء من التفصيل:

أولا : مدير المشروع

يسمى أيضا وكيل المتعهد أو المقاول أو الجهة المنفذة للمشروع ويكون مسؤولا عن المشروع ، يتولى مدير المشروع عدد من الواجبات كما سيرد أدناه .

واجبات مدير المشروع :

- 1- إعداد خطة لتنفيذ المشروع.
- 2- إعداد الخطة النهائية ومتابعتها.
- 3- اختيار الهيكل الإداري والأفراد.
- 4- إعطاء الأوامر والسيطرة على استعمال المعدات والمكان.
- 5- السيطرة على الموارد وتوفيرها واستعمالها.
- 6- السيطرة النوعية وبيان الأخطاء في موقع العمل.
- 7- القيام بزيارات ميدانية لموقع العمل.
- 8- توفير الأمان للعاملين في المشروع.

ثانيا : دائرة المهندس المقيم

هو وكيل صاحب العمل في مساحة العمل ويعين عادة من قبل المهندس الاستشاري المعين بدوره من قبل المالك، والمهندس المقيم عليه أن يقيم في مساحة العمل منذ البداية وحتى الانتهاء من العمل بالمشروع ولذلك سمي المهندس المقيم.

واجبات المهندس المقيم

1- يقوم النيلبه عن المالك بالإشراف والملاحظة المستمرة مع التيقظ والانتباه للتأخر والتأكد من أن كافة الأعمال تنفذ من قبل وكيل المتعهد (مدير المشروع) بصورة مطابقة للمواصفات والخرائط المتماشية مع شروط العمل.

2- يتوجب على المهندس المقيم أن يصدر تعليمات إلى مدير المشروع ويقدم اقتراحاته بإعادة تنظيم وإصدار شعارات الدفع في الأعمال الإضافية الناتجة عن ظهور مشاكل لم تكن منظورة في التخطيط أو التصميم أثناء تنفيذ العمل، وكذلك التي تحتاج إلى حلول فنية أو عملية كأجراء تغييرات في أجزاء التصميم أو العمل وغيرها من المشاكل التي تؤدي إلى توقف العمل أو أحد أجزاءه.

3- إجراء القياسات أو للقرارات وحساب السلف التي تستحق إلى المتعهد بموجب شروط العقد.

العلاقة بين مدير المشروع والمهندس المقيم

1- على مدير المشروع أن يطلع المهندس المقيم بالوقت المناسب على برنامج سير العمل لكي يتمكن المهندس المقيم من إقامتها وبناء ملاحظته قبل التنفيذ وهذا لا يعني تدخل المهندس المقيم في الطرق التي يختارها المتعهد باعتبارها من حقه ولكن من واجبات المهندس المقيم أن يتأكد من أنها كافية ومناسبة لمتطلبات العمل اللازمة لإتجاز المشروع.

2- التنسيق في كافة إجراءات العمل المتعلقة بإتجاز المشروع على أساس عدم التدخل في شؤون بعضهم البعض .

3- على المهندس المقيم ومدير المشروع تبادل الآراء والمعلومات يوميا ويناقش بعضهم البعض حول تقدم العمل والمسائل الفنية الطارئة بصورة غير رسمية على أساس الثقة المتبادلة.

4- تبادل المراسلات الرسمية بين الطرفين لتأكيد وتثبيت مختلف الملاحظات بخصوص مراحل إنجاز العمل في المشروع.

3-5-4 طرق إنجاز العمل في المشروع

تختلف طرق إنجاز العمل في المشروع باختلاف صاحب العمل وظروف العمل وحجم العمل في المشروع وهناك عدة طرق لإنجاز العمل أهمها:

1- أسلوب التنفيذ المباشر

وفيه يقوم صاحب العمل (الذي يكون على الأكثر شخصا معنوي أو مادي)⁽¹⁾ باستئجار العمال ومراقبتهم بنفسه وشراء المواد اللازمة للعمل وهذه الطريقة تتبع في الأعمال الصغيرة، وذلك في بعض المنشآت الحكومية والمختلطة أو الخاصة.

2- أسلوب التنفيذ أمانة

يكون فيها صاحب العمل عادة دائرة حكومية أو مصلحة أو مؤسسة وفيها يقوم مهندسو وموظفو تلك الدائرة بالإشراف على سير العمل ماليا وفنيا وإداريا وعلى مراقبة العمال والمستخدمين وشراء المواد اللازمة وغيرها،

(1) يقصد بالشخص المعنوي أي منشأة أو مؤسسة أو منظمة ذات صيغة قانونية واضحة ويتم تسجيلها في أحد مؤسسات الدولة الرسمية، أما الشخص المادي فهو الإنسان الاعتيادي كمثل الأهلية ويعتبر مسؤولا أمام القانون عن تصرفاته، لمزيد من التفاصيل راجع: الفضل: منظر القانون المدني، الأصول والمبادئ - دار الفكر - الأردن - صان 1997.

ويكون العمل بهذه الطريقة مكلف نسبيا وتتبع في الأحوال الصعبة التي تلاحم التغير في الوقت وبعد المنطقة ووجود المشاكل الإدارية وغيرها.

3- أسلوب الكلفة (+) (Cost +)

بموجب هذه الطريقة يقوم وكيل صاحب العمل بالإشراف على تنفيذ العمل بالنيابة عن صاحب العمل وفي نهاية العمل يقدم حسابه عن الكلفة ويتسلم ربحا صافيا ويكون هذا الربح إما بنسبة مئوية أو بأجور شهرية أو مقابل مبلغ مقطوع، إن هذه الطريقة غير مرغوبة كثيرا ولا تستعمل إلا قليلا.

4- أسلوب المقالوة

أن هذا الأسلوب يعد من أحسن الأساليب في إنجاز المشاريع ولا سيما إذا أحسن استعماله، لذا فإن معظم المشاريع وبالتحديد الإنشائية منها في الوقت الحاضر تنجز بهذه الطريقة، وفيها يقوم المقاول بالعمل حسب الخرائط والشروط والمواصفات التي تهيأ وتعرض على المناقصين، مع العلم أن سعر فقرات العمل في المقالوة يقدمها المقاول بنفسه أو يضعها مهندس صاحب العمل ويضيف المقاول نسبة ضئيلة أو يطرح نسبة قليلة لكل فقرة أو أحيانا مبلغ مقطوع من المقالوة.

لقد أدى تزاخم المقاولين والمنافسة مع بعضهم البعض في الدول المتقدمة إلى رفع مستوى العمل والحصول على السمعة الحسنة وبالتالي الحصول على مشاريع أكثر من حيث النوعية والكمية، بينما حدث العكس في دول أخرى حيث أن هذا الموقف أدى إلى تخفيض مستوى كفاءة العمل، وذلك لأن البعض من المقاولين يحاول الحصول على مشاريع إنجاز كثيرة بغض النظر عن إمكانياته المادية والفنية وبدون الرجوع إلى مؤهلاته وتجاربه.

5- أسلوب العمل بالمقاول الجزئية

وفيه يقوم صاحب العمل بشراء المواد اللازمة للبناء ومن ثم قيام المقاول بإنجاز العمل وحسب شروط خاصة يتفق عليها الطرفان وهذا الأسلوب شائع الاستخدام في الوقت الحاضر وخاصة في الأعمال غير الحكومية.

بعد الانتهاء من هذه الفقرة لا بد من أن نوضح بعض المفاهيم التي ترد في مجال طرق إنجاز العمل بالمشروع وذلك مثل:

المقاول الثانوية

وهي المقاول التي تتم بين المقاول الرئيسي للعمل مع غيره من المقاولين الثانويين بإنجاز جزء من العمل أو تجهيز مواد أو إنجاز كل العمل وفي هذه الحالة يكون للمقاول الثانوية جميع النصوص والصلاحيات والوثائق الخاصة للمقاول الأصلية ولكن في بعض الأحيان تحدد كمية العمل الذي يمكن أن تحال إلى مقاول ثانوي واحد أو أكثر بنسبة لا تزيد عن 50% ومن الجدير بالذكر هنا أن صاحب العمل يطلب أحياناً معرفة شخصية عن إسم وطبيعة المقاول الثانوي وإمكاناته المالية والفنية ومعرفة السعر الذي أعطيت أو ستعطى له هذه الفقرة أو الفقرات.

ولصاحب العمل (نظراً لامتلاكه الحق القانوني أو الشرعي في العمل وتقديمه وجوبته) حق إضافة بعض الصلاحيات المباشرة حول علاقته بالمقاولين الثانويين.

مدة الصيانة

وهي المدة التي يبقى العمل خلالها تحت التجربة أو الفحص لذلك فإن أي خلل يطرأ على العمل خلال هذه المدة يصبح من مسؤولية المقاول. وتعين

مدة الصيانة في شروط المقابلة فقد تكون سنة أو أقل أو سنتين أو غير ذلك حسب أهمية العمل وحجم العمل.

6- التسليف وتمويل المقاول

من المعروف أن للمقاول الحق في الحصول على سلف نقدية أو عينية من أجل إكمال مراحل المشروع، وتقوم هذه السلف على أساس ما يعرف باسم حسابات الذرعة في أعمال المقاولات (وبالتحديد إتشائية منها) ، حيث ليس كل المقاولين لديهم الإمكانيات التمويلية الكافية في المشروع كما أن بعض المقاولين يعتبر التسليف هو إقرار من قبل صاحب العمل بأن المشروع قد تم إنجازه وفق المراحل المتفق عليها .

من أجل توضيح فكرة هذا الموضوع لا بد من تحديد مفهوم للسلف وأنواعها حسب ما حدد في كتب المحاسبة وعلى وجه التحديد كتب المحاسبة المالية والحكومية⁽¹⁾.

مفهوم وأنواع السلف في المشاريع الإتشائية

تتفق معظم كتب المحاسبة المالية والمحاسبة الحكومية على أن السلفة عبارة عن مبلغ معين من المال يسحب من قبل شخص معنوي أو طبيعي من الجهة المانحة للسلفة من أجل إنجاز أو تسهيل عمل معين ويتم توثيق السلفة المذكورة بضمانات وقواعد صرف معينة تضمن عودة السلفة إلى الجهة المانحة.

(1) هناك معالجات محاسبية خاصة بهذا النوع من السلف ترتبط بتقدم العمل بالمشروع. لمزيد من التفاصيل راجع: الفضل، مؤيد عبد الصوين، وشعبان عبد الكريم "المحاسبة الإدارية ونورها في ترسيخ القرارات الإدارية" دار زهران للنشر والتوزيع - الأردن/ عمان 2002 ص 162.

إن السلف على أنواع مختلفة، إلا أن اهتمامنا هنا ينصب على سلف المقاولين¹ والتي تقسم عادة إلى أنواع وهي كما يلي:

1- السلف المؤقتة للمقاولين.

2- السلف المستقيمة للمقاولين.

3- سلف الاعتمادات للمقاولين.

4- سلف رهن المكاتن.

إن كافة أنواع السلف المذكورة أعلاه تمنح وفق قواعد وضوابط معينة وإذا أخذنا السلف المؤقتة (على سبيل المثال) نجد أن هذه السلف تمنح وفق صيغ محددة تتفق ومراحل إنجاز العمل.

فإذا كانت قيمة المقابلة (1000000) دينار وإن نسبة إنجاز المشروع كانت بحدود 25% أو أكثر فإن مقدار السلفة المؤقتة التي سوف تمنح له هي $1000000 \times \frac{25}{100}$ وتسلاوي 250000 دينار. وهكذا تستمر عملية الذرعة في كل مرحلة من مراحل إنجاز المشروع بحيث إذا تم إنجازه بالكامل فإن المقاول يستلم كامل قيمة المقابلة المشار إليها أعلاه.

3-5-5 أساليب تخطيط وجدولة العمل بالمشروع وتنفيذه

إن التخطيط يسبق المباشرة الفعلية للتنفيذ بالنسبة لأي مشروع ،
وبقدر تعلق الأمر بالمشاريع الإنشائية التي هي محط إهتمامنا بشكل خاص ،

(1) حنا رزوقي الصافي، (المحاسبة الحكومية)، الجزء الأول، طبعة الرابعة، 1976م، ص (156).

تنظيم المشروع وتنفيذه

فإن التخطيط والجدولة هنا يشكل نسبة مهمة من الوقت العام المخصص لتنفيذ المشروع ، ولأجل تهيئة هذا التخطيط يجب إيجاد ما يلي:

- 1- الوقت اللازم لتجهيز المواد اللازمة لإنجاز المشروع.
- 2- أنواع وأعداد ومدة استعمال المكين المطلوبة في المشروع.
- 3- نوع وأعداد العمال الواجب استخدامها والمدة اللازمة لذلك.
- 4- إلى أي مدى سيحتاج المشروع إلى المساعدات العالية أن تطلب ذلك.

5- المدة اللازمة لإكمال المشروع.

إن التخطيط للعمل بالمشروع الإنشائي يتطلب تقسيم المشروع الى مراحل او مقاطع أساسية مميزة بالشكل الذي يسهل العمل في مرحلة التنفيذ، وهذه المراحل هي :

أولاً:

التخطيط لمرحلة الانتقال الى موقع العمل وتهيئة معدات العمل .

ثانياً

التخطيط لمرحلة إرساء القواعد الأساسية للمشروع ، ويقصد بذلك مراحل العمل ذات الخصوصية الفنية أو الهندسية التي على أساسها يتم تقسيم العمل إلى مراحل أو أقسام متسلسلة ومتناسقة، وتجدر الإشارة هنا إلى أنه من الأفضل أن يقسم العمل إلى عدة مراحل ثانوية ممكن تنفيذها منفصلة أو متداخلة وإن تنفيذ هذه المرحلة قد يتم بكيان مستقل من العمال أو نوع معين

من المكنائن فمثلا لإنشاء جدار ساند (Retaining wall) من الخرسانة المسلحة يمكن تقسيم العمل إلى الفعاليات التالية:

- 1- حفر التربة بالمكنائن.
- 2- حفر التربة بواسطة العمال.
- 3- عمل ونصب القوالب.
- 4- وضع حديد التسليح.
- 5- صب الخرسانة.
- 6- معالجة الخرسانة.
- 7- رفع القوالب.
- 8- تصليح وإنهاء سطح الخرسانة.
- 9- إعادة الدفن بالتراب.

ثالثا:

التخطيط لمرحلة انجاز الاعمال التكميلية للمشروع ويتناول ذلك ما يلي:

- 1- الأعمال الكهربائية والتأسيسات الصحية والمائية .
- 2- أعمال التقطيع والتشطيب النهائي .

رابعاً:

التخطيط لمرحلة انجاز الأعمال النهائية، وذلك مثل :

1- الدهان والديكور .

2- التنظيف للموقع .

إن عملية التخطيط لمرحل المشروع المذكورة أعلاه تتطلب الاعتماد على أساليب خاصة تم إيجادها خصيصاً لهذا الغرض يطلق عليها اسم اساليب او طرق البرمجة **Methods of programming** وهذه الطرق هي :

1- طريقة مخطط الأعمدة أو مخطط جانت

Bar- Chart Method Of Gantt Chart

2- طريقة المخططات الشبكية. **Net-Work Analysis**

3- طريقة الخطوط المتوازية. **Line of balance method**

تستعمل هذه الطرق بكثرة في المشاريع المختلفة (الانشائية، العلمية،... الخ) وعلى الأخص البسيطة منها وتكون على شكل مخطط يبين الكميات والفعاليات ووحداتها ومعدل تنفيذ كل فعالية وبداية ونهاية الفعاليات لأي عمل مطلوب تنفيذه ، وبشكل عام يطلق على هذه الطرق الثلاث أعلاه اسم المخططات الزمنية (**BAR-Chart**).

والمخططات الزمنية تعتبر الأسلوب الأمثل لعرض تلك البيانات وتحتوي على الأنشطة والأزمنة على شكل لوحة ذات فوائد عديدة من ناحيتي التخطيط والسيطرة على المشاريع.

وقد استطاع هنري جانت⁽¹⁾ وضع خرائط ساعدت على رقابة العمليات الإنتاجية، وعرفت هذه الخرائط باسمه، وما زالت تستخدم من حين لآخر في بعض المنشآت الصناعية حتى الوقت الحاضر.

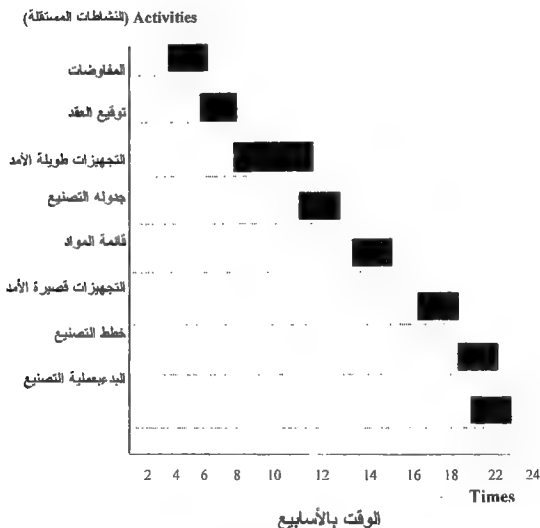
وتعتبر خرائط جانت (Gantt-Charts) من الأساليب الرقابية الوصفية⁽¹⁾، والتقليدية التي شاع استخدامها في مطلع القرن العشرين وتستخدم لمراقبة الزمن وتتكون من محورين أحدهما أفقي والآخر عمودي، حيث تظهر على المحور العمودي أنواع النشاطات وعلى الأفقي الزمن، ويرسم لكل نشاط مستطيل تدل بدايته على بداية العمل بالنشاط، ونهايته على زمن نهاية العمل في ذلك النشاط، كما يدل طول المستطيل على الزمن اللازم لإنجاز النشاط المطلوب.

إن خرائط جانت (Gantt Charts) تعتبر أداة عامة للتخطيط والجدولة الخاصة بالمشاريع البسيطة غير المعقدة، وهي تساعد المدراء في الجدولة المبدئية لأنشطة المشاريع، ومن ثم مراقبة إنجاز المراحل المتسلسلة الخاصة بالمشروع على مدار الوقت، وذلك بمقارنة العمليات المخططة مع العمليات الفعلية، ومن الواضح أن أهم خاصية لهذه الخرائط أنها سهلة الاستخدام وهي تساعد المدير لمعرفة النشاطات التي تسرع إنجاز المشروع من النشاطات المعيقة لهذا الإنجاز، أما في المشاريع الكبيرة والمعقدة فيتبع استخدام فقط في التخطيط المبني، فهي تفتح الطريق فيما بعد لاستخدام التحليل الشبكي الخاص بأسلوب (PERT / C.P.M).

(1) من الرواد الأوائل لحركة الإدارة العلمية، وقد أدخل الإدارة العلمية في عدة شركات صناعية.

(1) يرجع في ذلك (الزجبي، 1995: 28-25).

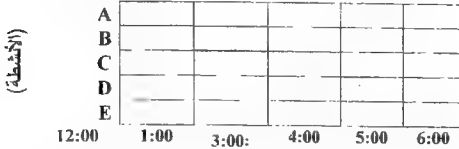
ويوضح الشكل التالي رقم (3-12) مخططاً زمنياً لبعض النشاطات لأحد المشاريع.



الشكل رقم (3-12) مخطط زمني لنشاطات مستقلة

وتعتبر خرائط جانت (Gantt-Charts) وسائل مفيدة في تمثيل عملية الجدولة، أكثر مما هي كأداة لتخطيط، لأنها لا تظهر القيود السابقة للأنشطة كما توضحها التحليلات الشبكية، والشكل التالي رقم (3-13) يوضح ذلك.

شكل رقم (3-13) مخطط جانت (Gantt-Chart)



(المصدر) (Nahmias, 1989: 340-341)

ومن أجل استخدام هذه المخططات الزمنية في الواقع العملي فإن من المفروض أن يقسم المشروع إلى عدد من المراحل أو العمليات ويجب أن تحسب كميات أو حجم العمل في كل مرحلة أو عملية وكذلك معدل إنجازها، على أن تضاف مدة مناسبة من الوقت الضائع بسبب الأحوال الجوية أو أي سبب آخر يعود للمؤثرات الخارجية والداخلية، كما يجب أن تؤخذ الناحية الاقتصادية بنظر الاعتبار عند تحديد معدل الإنجاز .

وبعد الانتهاء من مرحلة التخطيط والجدولة لكافة مراحل العمل على المنظم أن يدققه بعناية ويعدله أن كان ذلك لمصلحة العمل وتمهيداً لعملية التنفيذ الفعلي.

وفيما يلي بعض الأمثلة على ذلك مستمدة من الواقع العملي لعدد من المشاريع الإنشائية .

مثال رقم (1)

كون مخطط زمني أو منهج عمل لإنشاء جدار ساند مكون من الفعاليات

التالية:

الوحدة	الكمية	فقرة
جملة	جملة	الانتقال إلى موقع العمل
3م	1200	الحفريات
3م	360	خرسانة الأسس
3م	1100	خرسانة الجدران
3م	360	الدفن

على أساس أن إمكانية التنفيذ وفقاً للمواصفات التالية :

(1) الحفريات 40 م³ باليوم، (2) الأساس 20 م³ باليوم.

(3) خرسانة الجدران 40 م³ باليوم، (4) الدفن 60 م³.

الأسبوع = سبعة أيام عمل وإذا لم يحدد 6 أيام بالأسبوع.

الحل: قبل البدء بعملية الحل يؤخذ بنظر الاعتبار مايلي :

1- الانتقال إلى موقع العمل يتم في حدود أسبوع واحد

$$2- \text{الحفريات} = \frac{\text{الكمية}}{\text{إمكانية التنفيذ}} = \frac{1200}{40} = 30 \text{ يوم}$$

$$= 4.2 \text{ أسبوع}$$

$$30 \times 1.20 = 36 \text{ يوم} = 5 \text{ أسابيع.}$$

ملاحظة : تم إضافة 20% كاحتياط

3- خرسانة الأسس = $(20 / 360) \times 1,20 = 21$ يوم = 3 أسابيع.

4- خرسانة الجدران = $(40 / 1100) \times 1,20 = 33$ يوم = 5 أسابيع.

5- الدفن = $(60 / 360) \times 1,20 = 7,2$ يوم يساوي تقريباً أسبوع واحد.

ويتم التعبير في ذلك بيانياً كمايلي :

ت	لمدة (أسبوع) الفعالية	الكمية	الوحدة	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
1	الانتقال إلى موقع العمل	جملة	جملة	
2	الحفريات	1200	M ³	
3	خرسانة الأسس	360	M ³	
4	خرسانة الجدران	1100	M ³	
5	الدفن	360	M ³	

3 15 15 10 8

الأيدي العاملة

المهندس المقيم

مهندس المقاوله

مما تقدم يتضح أن المدة اللازمة لتنفيذ المشروع تنفذ = 15 اسبوع

مثال رقم (2)

المطلوب عمل جدول تقدم عمل لإنشاء دار سكنية مكونة من الفعاليات التالية:

الفعالية	الفقرة (س)	تاريخ البدء بالفعالية	عدد العمال
الأسس	1.5	1 يستمر اسبوع	15
الهيكل	3,5	1 يستمر ثلاث اسابيع	12
الخدمات	1	3 يستمر اسبوعين	6
الإنهاء	1.5	3.5 يستمر اسبوعين ونصف	8

الحل : يتم تنظيم جدول تقدم العمل كما يلي:

ت	الفعالية	المدة (س)	1	2	3	4	5	6
	الأسس		15 عمل					
2	الهيكل		12 عمل					
3	الخدمات		6 عمل					
4	الإنهاء		8 عمل					

أسئلة الفصل الثالث

- س1 ما هي أهم مسؤوليات مدير المشروع ؟
- س2 وضح أوجه الاختلاف بين مدير المشروع والمدير الوظيفي ؟
- س3 أذكر أهم المهارات التي ينبغي على مدير المشروع أن يتمتع بها لكي ينجح في إدارة المشروع ؟
- س4 ما هي الأسس المستخدمة في تنظيم المشروع ؟
- س5 وضح مزايا وعيوب تنظيم المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي ؟
- س6 اذكر أهم مزايا تنظيم المشروع المستقل ؟
- س7 ما هي مبررات استخدام تنظيم المصفوفة ؟
- س8 ما هي أهم مزايا تنظيم المشروع كمصفوفة ثم بين أهم العيوب ؟
- س9 أذكر أهم المعايير التي تساعد المنظمات في اختيار التنظيم المناسب للمشروع ؟
- س10 المطلوب تنظيم منهج عمل لمقولة إنشاء وتبليط طريق طوله 12 كم وحدود الحرمات 30 متر (المسافة التي يتطلب تنظيمها فيه منشآت عدد 15 الأعمال إلزامية 100.000 م³ ؟
- أعمال التبليط 9600 م² وشيك 25 متر مع ملاحظة ما يلي:
 - 1- المكائن والمعدات تنظف 2 دويم يوميا.
 - 2- يحتاج كل منشأ إلى أسبوعين لتنفيذه.
 - 3- أن الشغل الواحد ينتج 100 م³ في الساعة.
 - 4- سعة القلاب 5 م³ ويتطلب القلاب 12 دقيقة لعمل دورة كاملة.
 - 5- يتطلب الانتقال إلى موقع العمل أسبوع واحد.
 - 6- المكائن تقوم بتبليط 3.6 م في الساعة ولدى المقاول مائتين في هذا النوع.

الفصل الرابع
شبكات العمل
أسلوب المسار الحرج
Critical Path Method

4-1 مفهوم شبكات العمل

شبكات العمل من أساليب التخطيط والرقابة التي تعتبر أكثر تطوراً من أسلوب جاناب GANTT ويطلق عليها هذا الاسم لكونها ترسم وتصمم في صيغة شبكة، لذلك فهي تعرف بأنها عبارة عن مخططات شبكية قائمة على أساس الخطوط أو الأسهم ونقاط التقاطع التي تعرف بالأحداث (Events). تستخدم هذه المخططات في مختلف المجالات في الواقع العملي سواء كانت إنشائية أو إنتاجية أو خدمية وغير ذلك، وعلى وجه التحديد الكبيرة والمعقدة منها التي تنصف بمرحلية التنفيذ وتتطلب وضع خرائط ودراسات تمهيدية لشرح كيفية تطور المشروع من حيث تسلسل الأعمال المطلوب تنفيذها بما يتناسب مع المراحل الزمنية أو السقف الزمني اللازم للإجازة. ويذهب المتخصصين بالعلوم الاقتصادية والمهتمين بموضوع شبكات العمل إلى ضرورة اعتماد المفاهيم الاقتصادية عند تطبيق شبكات العمل. وتنصرف فكرة المفهوم الاقتصادي لشبكات العمل إلى كيفية استخدام الموارد النادرة أو المحدودة لتحقيق أهداف المنظمة المختلفة. في ضوء ما تقدم تعرف شبكات العمل بأنها أسلوب بياني وهندسي يعرض أنشطة المشروع بشكل مترابط ومنطقي من خلال الأسهم والأحداث (نقاط التقاطع)⁽¹⁾. يستخدم في مجال تخطيط ومراقبة تنفيذ المشاريع المختلفة وتسم في كونها مؤهلة لعرض نسب تداخلات أعلى قياساً بما هو الحال في أسلوب GANTT وكذلك تفاصيل أكثر من حيث نوعية وكمية المعلومات والبيانات المتعلقة بالموارد الخاصة بتنفيذ المشروع. أن شبكات العمل يمكن التعبير عنها من خلال صيغ وأساليب ونماذج مختلفة يمكن توضيحها على النحو التالي:

(1) سوف يرد توضيح ذلك لاحقاً .

أولاً : نماذج اقصر الطرق Shortest- Path Method

تستخدم هذه النماذج عندما يكون المطلوب هو تحديد اقصر طريق بين نقطتين أو اقصر طريق بين نقطة معينة وجميع النقاط الأخرى في شبكة الأعمال أو اقصر طريق بين كل نقطتين في شبكة الأعمال.

ثانياً : نماذج أقصى تدفق Maximum - Flow Models

إن هذا النوع من النماذج مشابه لما هو وارد في الفقرة أعلاه إلا إنها تستخدم في تحديد أقصى تدفق من الأرباح أو الموارد المالية التي يمكن تحقيقها من خلال تطبيق شبكة الأعمال.

ثالثاً : نماذج شبكة الأعمال (الأنشطة) Activity Net work Models

إن هذه النماذج تهدف إلى تحديد الأنشطة المتتابعة والمتوازية للمشاريع المختلفة، وكذلك تحديد الوقت لكل نشاط والتعرف على المسارات الحرجة في شبكة أعمال المشروع. وبالنظر لأهمية هذه الأنواع من النماذج وكونها مرتبط بشكل مباشر بموضوع إدارة المشاريع، مع التأكيد على دورها في التخطيط والرقابة، فإن اهتمامنا سوف ينصب عليها. وبشكل عام تقسم هذه النماذج إلى ما يلي:

1- أسلوب المسار الحرج Critical Path Methods (C.P.M)

2- أسلوب تقويم ومراجعة البرنامج Program Evaluation and Review Technique

(PERT)

إن لهذين الأسلوبين إمكانيات كبيرة في مجال تطوير وجدولة عمليات تنفيذ المشاريع المختلفة كما سوف يرد توضيح ذلك لاحقاً.

4-2 قواعد رسم شبكات العمل

إن رسم شبكات العمل وصياغة الاشكال التي تعبر عن مواصفات وطبيعة المشروع تخضع لقواعد واسس معينة، يمكن بيان هذه القواعد كما يلي:

أولاً: أن أي مشروع يمكن أن يخضع لتطبيق أسلوب شبكات العمل، إذا توفرت فيه الشروط التالية:

1- إمكانية تقسيم المشروع إلى وحدات وإجزاء أو مجاميع من الأنشطة مستقلة أو مرتبطة مع بعضها البعض بشكل منطقي.

2- أن لكل مشروع بداية ونهاية ويقع بينها مجموعة من الأنشطة أو الفعاليات Activities المتشابكة أو المتداخلة والمرتبطة مع بعضها بشكل متسلسل ومنطقي.

3- الجزء الأساسي للمشروع هو النشاط Activity الذي يعبر عن جهد مبذول أو إنجاز معين ذات طابع انتاجي أو خدمي.

ثانياً: يتم للتعبير عن أجزاء ووحدات المشروع أو مكوناته من خلال أشكال هندسية معينة، وهي:

- الأحداث Events.

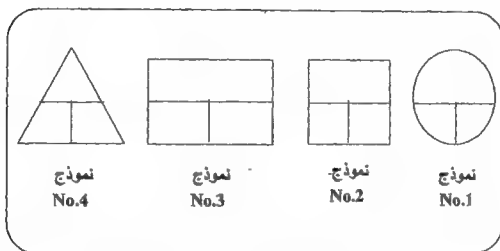
- الأنشطة أو الفعاليات Activities.

وبالنظر لاهمية هذه الأجزاء والمكونات نعرض أدناه توضيح مفصل

لذلك.

1- الأحداث Events

عبارة عن لحظة من الزمن تدل على إنجاز بعض الأنشطة وبداية لانشطة أخرى. فالبدائية والنهائية لكل نشاط يعبر عنها بحدثين، أحدهما حدث البدائية والآخر حدث النهائية. وتمتاز الأحداث بأنها لحظة من الزمن وليس مدة منه وكذلك لا تحتاج إلى وقت أو موارد أو جهد ويمكن تمثيلها بشكل هندسي كالدائرة أو المربع أو المستطيل أو المثلث كما هو واضح في الشكل (1-4).



شكل (1-4) الأشكال الهندسية الممكنة لتمثيل الأحداث

2- النشاطات Activities:

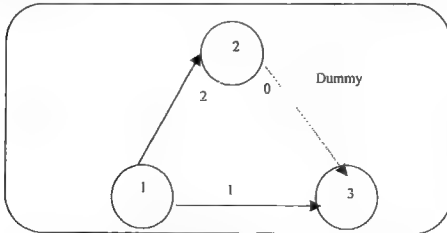
هي إحدى عناصر المشروع التي يجب إنجازها وتقع بين حدثين الأول يعرف باسم الحدث السابق (Preceding) والثاني الحدث اللاحق (Succeeding). فالنشاطات التي هي حويلة مجموعة أحداث لا يمكن البدء بها إلا إذا أنجزت النشاطات السابقة لها بالكامل وتمتاز بأنها تحتاج إلى وقت وموارد مالية ويتم تمثيلها في الرسم بسهم (Arrow) واتجاه السهم يبين

تتابع حدوث الأحداث أما طول السهم فإنه لا يمثل أي شيء، وأما وقت الإنجاز فيمكن كتابته أسفل أو أعلى السهم علما بأن كل سهم يمثل نشاطا مستقلا (Independents) أي نشاطا واحدا فقط. وتنقسم الأنشطة الى قسمين أساسيين وهما:

أ- أنشطة حقيقية (Real Activities) : وتعتبر عن الأعمال التي يجب تنفيذها للانتقال من حدث معين على شبكة العمل الخاصة بتنفيذ مشروع معين إلى حدث آخر وتتطلب وقتا وموارد معينة. ويعبر عن الأنشطة الحقيقية بخطوط متصلة تربط بين الأحداث للأنشطة المختلفة ويكون الخط على شكل سهم يتجه رأسه إلى حدث النهاية وينطلق من حدث البداية، وقد تكون هذه الأنشطة:

- اعتيادية Normal
- حرجة Critical

ب- أنشطة وهمية (Dummy Activities): وهي الأنشطة التي لا تستغرق وقتا ولا تستلزم أي موارد أي ان وقتها يساوي صفرا ويعبر عنها بخط منقطع (سهم منقطع →) كما موضح في الشكل (4-2).



شكل (4-2) النشاط الوهمي

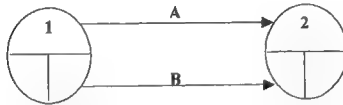
(Russell and Taylor III, 1998: 794)

ثالثاً : إن لكل نشاط حدث بداية وحدث نهاية كما هو واضح أدناه:

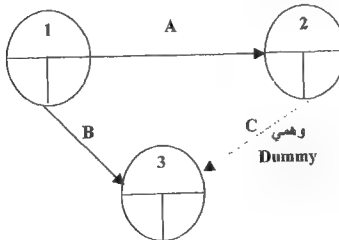


ويتم ترقيم الأحداث بشكل متسلسل كما هو واضح في الشكل المذكور.

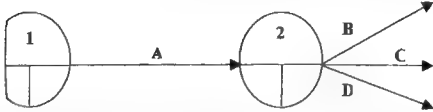
رابعاً : لا يمكن أن يبدأ أكثر من نشاط واحد من حدث واحد وينتهي في حدث واحد كما هو واضح أدناه:



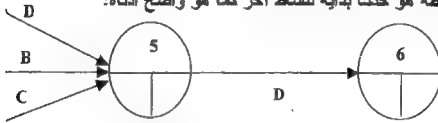
يفترض أن يعالج هذا الأمر من خلال إدخال نشاط ثالث وسيط يعرف بالنشاط الوهمي Dummy Activity وكما يلي:



خامساً : يمكن أن يكون حدث النهاية لإحدى الأنشطة هو بمثابة حدث لـ
أنشطة أخرى كما هو واضح في الشكل التالي:

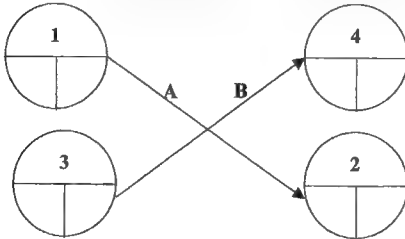


يعتبر الحدث رقم (2)، الذي هو حدث النهاية للنشاط A، بمثابة
البدء لـ B، C، D. وكذلك يمكن أن يكون حدث النهاية لمجموع
الأنشطة هو حدث بداية لنشاط آخر كما هو واضح أدناه:



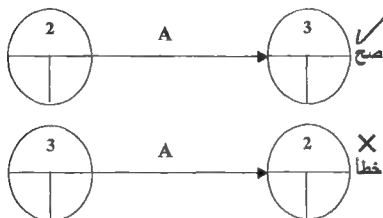
حيث أن الحدث رقم 5 هو حدث النهاية للنشاط (A، B، C).
أيضا حدث بداية للنشاط D.

سادساً : أن تقاطع الأنشطة غير مرغوب فيه في شبكات العمل إلا في
الحالات الضرورية لإجاز العمل، كما هو واضح أدناه:

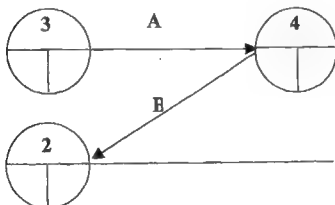


حيث من المفروض أن ينجز النشاط A قبل النشاط B .

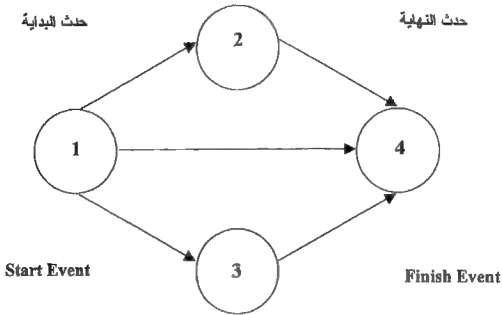
سابعاً : أن اتجاه رسم يكون على أساس قاعدة البدء من الحدث الصغير لغاية الحدث الكبير وليس العكس. أي أن:



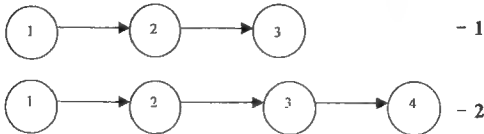
كما لا يجوز العودة إلى أحداث سابقة كما في الشكل التالي:



ثامناً : تبدأ عادة شبكات العمل من حدث بداية واحد وتنتهي بحدث نهاية واحد أيضاً وإن الشكل التالي يوضح بعض نماذج شبكات الأعمال:

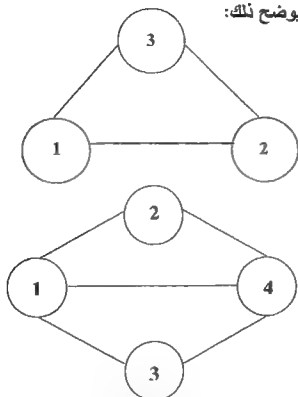


حيث أن الدوائر ذات الأرقام في الشكل تعبر عن النقاط (Nodes) وقد تشير هذه النقطة إلى موقع معين أو مرحلة معينة، كما أن كل خط يصل بين الدائرتين يسمى (Arrow) حيث يمكن أن يشير هذا الخط إلى المسافة بين النقطتين أو إلى عدد الوحدات أو إلى التكلفة بين نقطتين. وتسمى مجموع الخطوط المتتابعة التي تربط بين أي نقطتين باسم السلسلة Chain، ومن الأمثلة عليها:

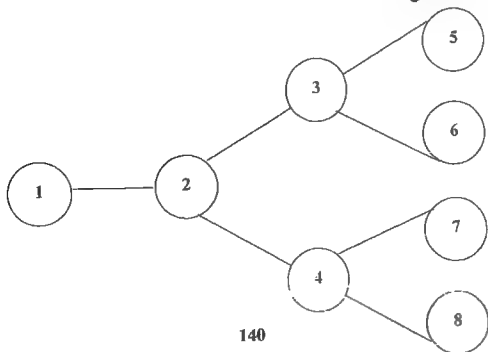


يطلق على سلسلة الخطوط التي تصل نقاط تقاطع بنفسها تكرر Loop.

والشكل التالي يوضح ذلك:



وكما يطلق على شبكة الاعمال التي لا تحتوي على أية خطوط تؤدي إلى اتصال نقطة بنفسها والتي تتفرع خطوطها عند كل نقطة لفظ شجرة Tree والشكل يوضح ذلك:



في التماذج الأخيرة للشبكات لاحظنا أنه لا يوجد أية إشارة لاتجاه سير الخط بين أي نقطتين، وفي هذه الحالة نطلق على هذه الحالة اسم خطوط غير موجهة Undirected Arrow، ولكن إذا تم رسم أي خط في الشبكة على صورة سهم للإشارة للاتجاه فإن ذلك الخط يعتبر خطاً موجهاً Directed Arrow والشكل التالي يوضح هذا المفهوم:



ويبين أن الخط 1 → 2 عبارة عن خط موجه، ويختلف عن الخط (1-2) الوارد في الشكل السابق بالرغم من أن كلا الخطين يربطان بين النقطة 2، 1.

وبما أننا بصدد الحديث عن الخطوط بين النقطتين إذن يمكننا التعبير عن أي خط (حدث) بين النقطتين على شكل زوج مرتب (i, j) حيث يمثل (i) نقطة بداية الخط (الحدث) وتمثل (j) نقطة نهاية ذلك الخط، أي أنه يمكننا أن نعبر عن أي شبكة أعمال بمصفوفة Incidence Matrix:

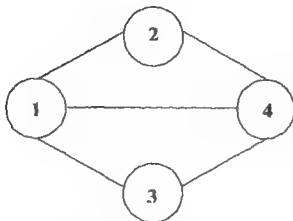
$$A = (a_{ij})$$

حيث أن

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{إذا وجد خط بين النقطتين } i, j \\ 0 & \text{إذا لم يوجد خط} \end{cases}$$

ويجدر بنا أن نلاحظ أن هذه المصفوفة هي مصفوفة متماثلة Symmetric Matrix وهذا في حالة كون الخطوط (الأحداث) التي تربط بين النقاط أحداثًا غير موجهة Undirected.

مثال نلك كما يلي :



المصفوفة التي تمثل هذه الشبكة هي على النحو التالي:

	4	3	2	1
1	0	1	1	1
2	1	0	0	1
3	1	0	0	1
4	1	1	1	0

الأنشطة الواردة في الشكل أعلاه لم يظهر عليها أية قيم تعبر عن الموارد، وهي حالة غير واقعية، حيث أن لأي نشاط لابد أن يكون هناك مقدار من الموارد المادية والزمنية اللازمة لإنتاجه، ويتم التعبير عن تكلفة الموارد المادية بالرمز cij.

لو كانت هذه الخطوط الموجهة التي تعبر عن الأنشطة لها قيم معينة تعبر عن مقدار الموارد المصروفة فإن من المفروض في هذه الحالة العمل على تمثيل هذه القيم ضمن مصفوفة تسمى مصفوفة السعة Capacity Matrix، وتجدر الملاحظة هنا إلى أن أي نشاط يتم التعبير عنه من خلال خط موجّه (X) بين أي نقطتين (i)، (j) يجب أن يتبع القاعدة التالية⁽¹⁾:

$$0 \leq X_{ij} \leq C_{ij}$$

حيث يمثل c_{ij} السعة، مثال ذلك المصفوفة التالية :

	6	5	4	3	2	1
1	0	0	0	5	7	0
2	0	0	3	2	0	0
$C_{ij} = 3$	8	4	0	0	0	0
4	0	2	0	8	0	0
5	6	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0

(1) يقصد بالموارد هنا الوقت أو مقدار المواد الأولية اللازمة لإنجاز النشاط ويراد بها أيضا مقدار الأيدي العاملة أو المكانس والمعدات. لمزيد من التفصيل راجع: المشرقي، حسن علي، الفاضلي، زياد عبد الكريم بحوث العمليات - تحليل كمّي في الإدارة دار المسيرة للنشر والتوزيع، الأردن - صان 1997، ص 204.

4-2-1 أشكال وصيغ تصميم شبكات العمل

يرد ضمن شبكات العمل أشكال وصيغ مختلفة تعتمد على نوع وطبيعة المشروع وكذلك على طبيعة الأنشطة ذاتها المؤلفة للمشروع المذكور وبشكل عام يمكن في البداية تقسيم صيغ وأشكال شبكات العمل إلى ثلاث أنواع أساسية وهي:

1- تصميم شبكات العمل على أساس أن الأنشطة يعبر عنها من خلال

الأسهم Activity on Arrow (AoA).

2- تصميم شبكات العمل على أساس أن الأنشطة يعبر عنها من خلال

العقد Activity on Nods (AoN).

3- تصميم شبكات العمل وفق صيغ وأشكال هندسية مختلفة .

وفيما يلي توضيح لكل واحد من هذه الصيغ والأشكال:

أولا : تصميم شبكات العمل على أساس أن الأنشطة على الأسهم:

. Activity On Arrow (AoA)

ويقصد بذلك أن تصميم شبكات العمل قائم على أساس أن التعبير عن الأنشطة أو الفعاليات في المشروع من خلال الأسهم، أما بالنسبة للأحداث فإن التعبير عنها يكون من خلال العقد أو نقاط التقاطع. وبشكل عام يمكن تقسيم هذا النوع من تصاميم شبكات العمل إلى ما يلي:

1- الترقيم الأفقي والعمودي للأحداث.

2- الترقيم الزوجي والفردى.

3- ترقيم الأحداث حسب نوع النشاط أو نوع العمليات.

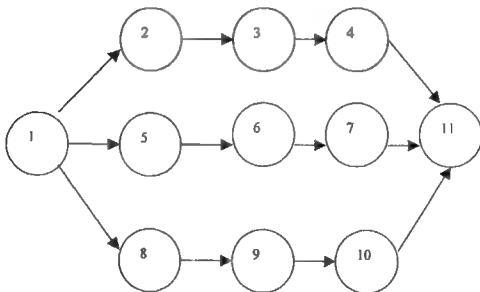
4- رسم شبكات العمل على أساس النشاط السابق واللاحق .

فيما يلي توضيح لكل واحدة من هذه الحالات:

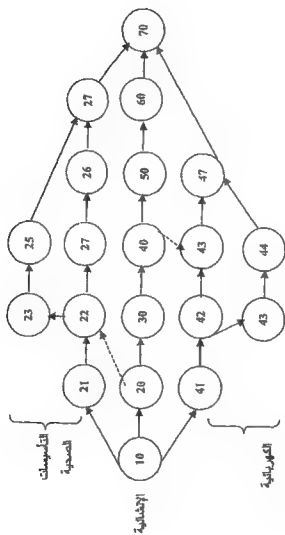
الترقيم الأفقي والعمودي للأحداث

حيث يتم في هذه الحالة ترقيم الأحداث بشكل أفقي أو عمودي وكما يلي:

1 - الترقيم الأفقي حيث يتم ترقيم الحدث الأول في الشبكة برقم معين،
وبعدها يتم زيادة الأرقام باتجاه الحدث الأخير كما هو واضح في
الشكل (3-4) :



شكل رقم (3-4) الترقيم الأفقي للأحداث



شكل (4-5) ترقيم الأحداث حسب نوع النشاط أو العمليات

حيث يتضح من الشكل (4-5) بأن الشبكة الخاصة بالمشروع تتكون من ثلاث اجزاء، الجزء العلوي من الشبكة يعبر عن النشاطات المرتبطة بالتأسيسات الصحية والجزء السفلي منها يعبر عن الأعمال الكهربائية في حين أن الجزء الوسطي منها يعبر عن الأعمال الإنشائية، علماً بأن كل نوع من هذه النشاطات يبدأ بأرقام مختلفة عن الآخر.

4- تصميم شبكات العمل على أساس النشاطات السابقة واللاحقة
إن هكذا نوع من شبكات العمل يختلف عن الحالات السابقة حيث هنا يؤخذ بنظر الاعتبار ما يلي:

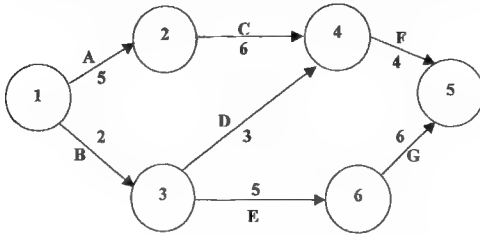
1- النشاطات السابقة أو الابتدائية.

2- النشاطات اللاحقة أو النهائية.

لتوضيح فكرة هذه الحالة: بأخذ بنظر الاعتبار المثال التالي:

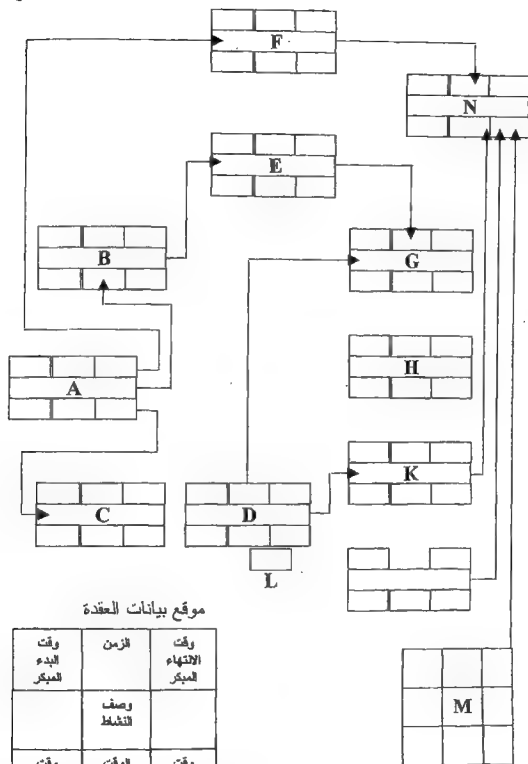
النشاط السابق	النشاط اللاحق	الوقت
-	A.	5 يوم
-	B.	2 يوم
A.	C.	6 يوم
B.	D.	3 يوم
B.	E.	5 يوم
C.D.	F.	4 يوم
E.	G.	6 يوم

الشكل الذي يعبر عن هذه الحالة هو كما يلي:





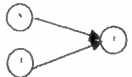
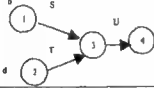
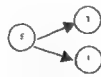
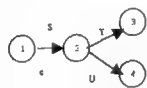
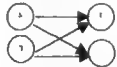
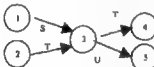
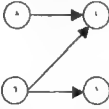
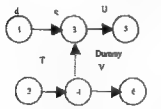
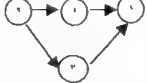
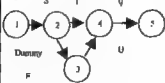
ثانيا : تصميم شبكات العمل على أساس العقد AON في هكذا نوع من شبكات العمل تكون الفكرة قائمة على أساس أن تعبر العقدة أو نقطة الاتصال عن النشاط ، في حين الأسهم تعبر عن الأحداث كما هو واضح في الشكل (4-6) الذي يوضح المخطط الشبكي مصمم على أساس العقد .

وبشكل عام يمكن توضيح الاختلافات بين هذا الأسلوب في رسم شبكات العمل والأسلوب السابق من خلال مجموعة من الحالات والتي يمكن عرضها كما في الجدول رقم (4-1).



شكل (4-6) بناء وتصميم للنشاطات في المخططات الشبكية بواسطة العقد (AON)

جدول رقم (1-4) مقارنة بين تصميم AON وتصميم AOA

التفاصيل Activity Relationships	تصميم الشبكة على أساس AON	تصميم الشبكة على أساس AOA
1 S Precedes T, which precedes U.		
2 S and T must be completed before U can be started.		
3 T and U Cannot begin Until S has been completed.		
4 U and B cannot begin until both S and T have been completed.		
5 U cannot begin until both S and T have been completed; V cannot begin until T has been completed.		
6 T and U cannot begin until S has begin until both T and U have been completed.		

إن قواعد رسم شبكات العمل الوارد ذكرها أعلاه تظهر الحاجة إليها

بشكل كبير عند تطبيق أساليب شبكات العمل الأساسية ، وهي:

1- أسلوب المسار الحرج (Critical Path Method (C.P.M).

2- أسلوب تخطيط ومراجعة وتنفيذ البرنامج

.Program Evaluation and Review Technique (PERT)

ثالثا : تصميم شبكات العمل وفق صيغ وأشكال هندسية مختلفة.

يسرد في هذا الصدد أنواع من التصميمات وفق أشكال وصيغ مختلفة، حيث ينصب الاهتمام في هذه الحالة على كيفية ترتيب أنشطة المشروع وتسلسل إنجازها في الواقع العملي .

ومما نقدم أنضح لنا أن الأنشطة يمكن أن يعبر عنها كما يلي:

1- الأنشطة على العقد AON ، ويمكن أن تكون العقد في هذه الحالة هو عبارة عن مربعات أو صناديق ، أي أن هذه الحالة هي : (Activity in the Box Format) .

2- الأنشطة على الأسهم AOA ، حيث يمكن أن تكون الأنشطة هنا هي الأسهم أما العقد فهي دوائر ، أي أن هذه الحالة هي : (Activity On-The Arrow Format) .

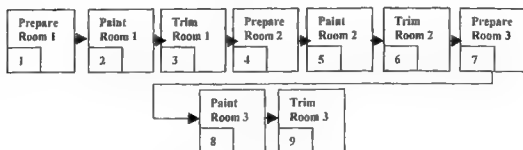
وسواء كانت الأنشطة من النوع الأول أو الثاني أعلاه ، فإن تصميم شبكات العمل يمكن أن يكون وفق صيغ عديدة يتم اختيار البعض منها (مع اعتماد احد الأمثلة المستمدة من الواقع العملي والمتعلقة بطلاء ثلاثة غرف) ، وذلك كما يلي:

1- التصميم المتسلسل لعملية إنجاز الأنشطة
Activity Performed Serially

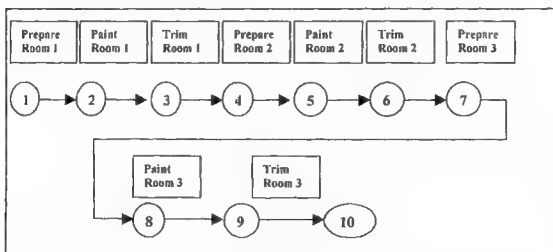
حيث بموجب هذا التصميم تنجز أنشطة المشروع الواحد تلو الآخر وفق تسلسل منظم كما هو واضح في الشكل (4-7/أ) والشكل (4-7/ب) الذي يعبر عن عملية الطلاء للغرف الثلاث المشار إليها أعلاه.

الشكل (4-7/أ) التصميم المتسلسل لإنجاز الأنشطة (AON)

FIGURE 5.4 Activities Performed Serially



الشكل (4-7/ب) التصميم المتسلسل لإنجاز الأنشطة (AOA)

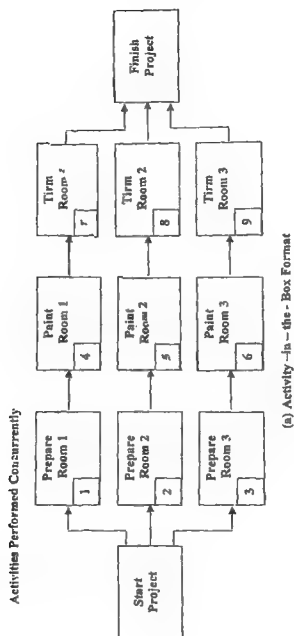


(b) Activity-on-the-Arrow Format

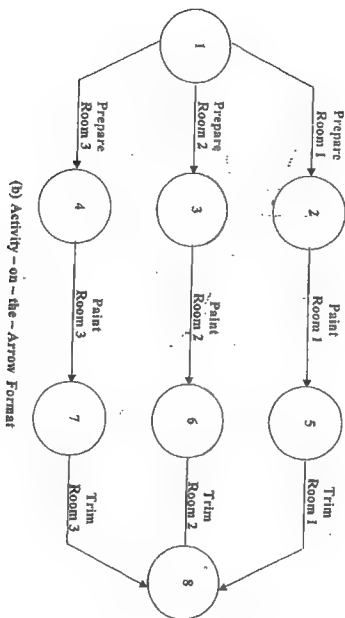
2- التصميم التوافقي لعملية إنجاز الأنشطة

Activity Performed Concurrently

بموجب هذا الأسلوب يتم إنجاز الأنشطة بشكل توافقي أو متوازي ، وهو الشكل الذي يعبر بشكل واضح عن شبكات العمل، حيث أن هناك نقطة بداية ونهاية للمخطط المذكور، والشكل (4-8/أ) يعبر عن حالة رسم المخطط على أساس AON، أما الشكل (4-8/ب) فهو يعبر عن حالة رسم المخطط على أساس AOA .



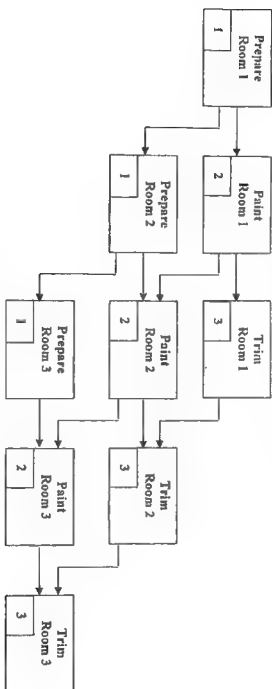
شكل (4-8/أ) التصميم التوافقي على أساس AON



شكل (4-8/ب) التصميم التوافقي لإنجاز الأنشطة (AOA)

3- التصميم السلمي لشبكات العمل Laddering وبالتالي إنجاز شبكات العمل وذلك سواء كانت الأنشطة مصممة في هذه الحالة على أساس AON أو على أساس AOA كما هو واضح من الأشكال (4-9أ) و (4-9ب).

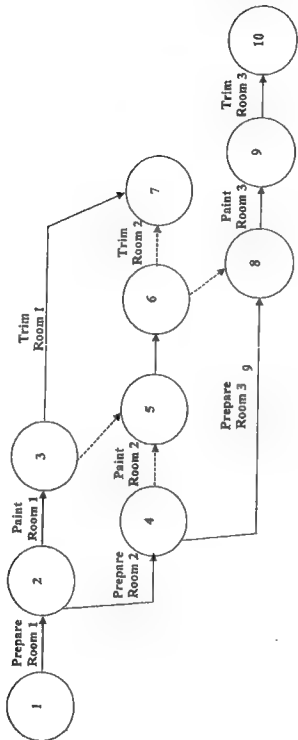
الشكل (4-9/أ) التصميم السلمي على أساس AON



(a) Activity-in-the-Box Format
158

شكل (4-9/أ) التصميم السلمي على أساس AON

شكل (4-9/ب) التصميم التوافقي لإجراء الأنشطة (AOA)



(b) Activity - on - the - Arrow Form*

شكل (4-9/ب) التصميم التوافقي لإجراء الأنشطة (AOA)

4 - 3 مراحل تنفيذ المشروع على أساس شبكات العمل

إن المشاريع والبرامج الإنتاجية والخدمية لا تظهر بشكل مفاجئ، بل لا بد من التخطيط لها وجدولتها والرقابة عليها أو مراجعتها، ويتفق معظم المهتمين بهذا نوع من المشاكل إلى تقسيم مراحل تنفيذ المشروع إلى ثلاثة مراحل متسلسلة، وهي:

أولاً: مرحلة التخطيط Planning Stage

في هذه المرحلة يتم تحديد أهداف المشروع وتحديد مصادره الكلية، وكذلك يتم تقسيمه إلى أنشطة متسلسلة ومحددة مع بيان الوقت اللازم لتنفيذه. وفي هذه المرحلة أيضاً يتم التعبير عن المشروع من خلال مخطط شبكي يوضح علاقات التتابع والأسبقية بالشكل الذي يستوعب كافة مهام المشروع وجوانبه المختلفة، ويذهب المتخصصين في العلوم الإدارية والهندسية إلى تشخيص هذه المرحلة باعتبارها الأصعب، لأنها تتعلق بتقدير احتياجات المشروع من الأفراد والمواد والآلات وكذلك لأنها تتعلق بتقسيم المشروع إلى أنشطة متباعدة مع تحديد أوقاتها المتوقعة أو الاحتمالية وعلاقات الأسبقية فيما بينها.

ثانياً: مرحلة الجدولة Scheduling Stage

في هذه المرحلة يتم إعداد جداول زمنية تفصيلية توضح بداية ونهاية كل نشاط مع تحديد التعاقب الأفضل بين الأنشطة في كل مرحلة من مراحل المشروع مع تحديد مسؤولية الأقسام أو الأفراد الموكلة إليهم عملية إنجاز هذه المراحل، ويتم في هذه المرحلة أيضاً تحديد الأنشطة الحرجة التي يجب أن تعطى اهتماماً كبيراً من قبل متخذ القرار في إدارة المشروع من أجل تنفيذ

شبكة العمل/أسلوب المسار الحرج

المشروع في موعده المحدد، وكذلك ينبغي أيضا تحديد الأنشطة غير الحرجة للاستفادة من أوقاتها الفائض في عملية الجدولة والمنورة في استغلال الموارد.

ثالثًا: مرحلة المراجعة أو الرقابة Controlling Stage

في هذه المرحلة يتم التركيز على مراجعة مقدار الوقت المصروف وكذلك الانفاقات المالية المتحققة وما هو معروض من الكلف ومقاييس الأداء الفعلي ومقارنته مع ما هو مخطط طبقاً للأرقام القياسية واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة وإعداد التقارير وما يسمى بحساب الذرعات وذلك من أجل توضيح ما تم تنفيذه بالقياس إلى ما هو مطلوب وبيان المراحل المتبقية غير المنجزة من المشروع مع إجراء التعديلات اللازمة من الوصول أجل إلى أفضل إتجاز للمشروع.

من أجل توضيح فكرة تنفيذ المشروع وفق المراحل المشار إليها أعلاه لا بد في البداية من عرض للطرق التي بموجبها يتم تطبيق أساليب شبكات العمل وبالتحديد أسلوب المسار الحرج C.P.M.

4-4 أسلوب المسار الحرج Critical Path Method (C.P.M)

يعتبر هذا الأسلوب من أهم أساليب شبكات العمل التي تستخدم في إدارة المشاريع المختلفة، الإنتاجية منها والخدمية على حد سواء، وقد طور هذا الأسلوب بشكل متناسق مع أسلوب (PERT) في الخمسينات من هذا القرن، وكان ظهور هذا الأسلوب عام (1957) كأداة تم تطويرها من قبل كل من (J.E.Kelly) And (M.R.Walker) للمساعدة في بناء وصيانة المصانع الكيميائية في شركة (Dupont) ويستخدم أسلوب المسار الحرج (C.P.M)

لأغراض التخطيط والجدولة والرقابة في المشاريع المتوسطة والكبيرة وكذلك من أجل التعرف على الموعد النهائي للإجاز، ومن هذه المشاريع على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- 1- بحث وتطوير العمليات الإنتاجية وبالذات لطرح منتجات جديدة.
- 2- إنشاء المصانع المعقدة والأننية المرتبطة بها والطرق السريعة وغير ذلك من المشاريع الإنشائية.
- 3- صيانة الآلات الكبيرة والمعقدة.
- 4- تصميم وتركيب النظم الجديدة الإنتاجية منها والخدمة.

بالإضافة إلى ما تقدم يعرض المتخصصين في مجال بحوث العمليات الكثير من المشكلات التي تم صياغتها بنماذج ملائمة وتم معالجتها وفق صيغ ونماذج شبكات العمل، ونذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلي من المشكلات المستمدة من الواقع العملي :

أولا : تصميم شبكة أعمال خاصة بنقل الغاز الطبيعي بواسطة أنابيب من المنابع إلى نقطة التسليم، وكان الهدف من النموذج هو تقليل كلفة بناء خط الأنابيب.

ثانيا : تحديد أقصر طريق بين مدينتين.

ثالثا : تحديد الطاقة العظمى (بالأطنان لكل سنة) لخط أنابيب تدفق الوقود والسوائل عبر أنابيب مصممة خصيصا لذلك.

رابعا : تحديد أقل التكاليف لاسياب النفط المنقول من حقوله إلى المصافي بواسطة شبكة خط الأنابيب.

خامسا : تحديد الوقت المجدول (البداية وتواريخ الإنجاز) لنشاطات المشاريع الإنشائية بشكل علم.

إن أسلوب المسار الحرج الذي تم تطويره كما ذكرنا من قبل شركة (Dupont) وشركة (Remington-Rand) لا يستخدم الاحتمالات في تقدير الزمن المتوقع لكل نشاط وقد استخدم هذا الأسلوب في المشاريع الصناعية ذات الحالات المتكررة والتي يمكن من خلالها تقدير الوقت بدقة معقولة كما حدث في استخدامه في صناعة الكيماويات في شركة (DuPont) والمشاريع ذات الصيانة المتكررة والدورية.

وفي الوقت الحاضر فإن أسلوب المسار الحرج (C.P.M) يشترك بشكل نمونجي مع أنظمة رقابة كلفة المشاريع الأخرى كالخرائط الرقابية؛ إذ أن هذه الخرائط ذات رقابة كلية (Macro Control) تشترك مع أسلوب (CPM) ذي الرقابة الجزئية (Micro Control) لتزويد الإدارة بمعلومات وتفصيل دقيقة في المجال الرقابي، وهناك خطوات في تحليل أسلوب المسار الحرج نذكرها على النحو التالي :

- أ- رسم شبكة أسلوب المسار الحرج المتضمنة النشاطات المكونة للمشروع.
- ب- تحليل المسارات وتحديد المسار الحرج الذي يمثل أطول مسار في الشبكة، وتحديد الزمن المتوقع لإنجاز المشروع.
- ج- حساب البداية المبكرة لكل نشاط ETi.
- د- حساب النهاية المبكرة لكل نشاط ETj.

و- حساب البداية المتأخرة LT_i والنهاية المتأخرة LT_j لكل نشاط من أنشطة المشروع .

هـ- حساب الزمن الفاض لكل نشاط (Slack).

إن الخطوات السابقة في عمليات تحليل المسار الحرج يمكن توضيحها من خلال مجموعة من المسميات والتعاريف وهي كما يلي:

i ← رقم لحدث البداية

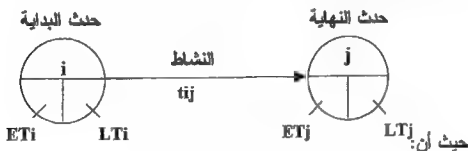
j ← رقم لحدث النهاية

tij ← وقت استغراق النشاط الواقع بين الحدث (i) والحدث (j)

ET ← الوقت المبكر Early Time.

LT ← الوقت المتأخر Later Time.

إن هذه التعاريف والمسميات يمكن توضيحها على أساس الشكل التالي الذي يعبر عن هيكل نشاط افتراضي يظهر فيه مواقع الأزمنة في كل من حدث البداية (i) وحدث النهاية (j):



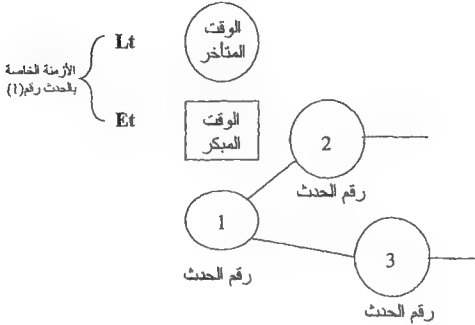
ETi الوقت المبكر لوقوع حدث البداية (i).

LTi الوقت المتأخر لوقوع حدث البداية (i).

ETj الوقت المبكر لوقوع حدث النهاية (j).

LTj الوقت المتأخر لوقوع حدث النهاية (j).

ومن الجدير بالذكر هنا أن مواقع الأرمئة المبكرة والمتأخرة على كل من حدث البداية وحدث النهاية يمكن أن تكتب خارج هذه الأحداث، أي أن:



إن هذه الافتراضات والتسميات يتم توظيفها في الحسابات الخاصة بحساب الأوقات المبكرة والمتأخرة والمسار الحرج كما سيرد أدناه.

4-4-1 الحسابات الكمية اللازمة لتطبيق أسلوب المسار الحرج (C.P.M)

تتضمن الحسابات الكمية لتطبيق أسلوب الحرج (C.P.M) نوعين من الحسابات وهي كما يأتي:

أولا - الحسابات الأمامية Forward Computations

وهذا النوع من الحسابات يجري لأيجاد الأوقات المبكرة، وتبدأ هذه الحسابات عادة من الحدث الأول في الشبكة وتتدرج بشكل متسلسل لغاية الحدث الأخير في الشبكة وتبدأ بالتحديد من العلاقة الرياضية الآتية :

$$(Et_i = Lt_i = 0)$$

ويستخدم هنا نوعان من العلاقات الرياضية:

1- إذا كان يرتبط بالحدث (j) نشاط واحد فقط لا غير، فالعلاقة الرياضية المستخدمة هي:

$$(Et_j = Et_i + t_{ij}) \quad (1)$$

2- إذا كان يرتبط بالحدث (j) أكثر من نشاط واحد فالعلاقة الرياضية المستخدمة هي:

$$Et_j = \text{Max} \begin{bmatrix} Et_i + t_{ij} \\ Et_i + t_{ij} \\ . \\ . \\ . \end{bmatrix} \quad (2)$$

أي نأخذ الرقم الأكبر من مجموع $(Et_i + t_{ij})$ الموجود داخل المصفوفة ليكون البداية المبكرة للحدث (j).

ثانيا - الحسابات الخلفية⁽¹⁾ (Back ward Computations)

تنفذ هذه الحسابات لغرض حساب الأوقات المتأخرة، وتبدأ من حيث تنتهي الحسابات الأمامية، أي بعبارة أدق تبدأ من الحدث الأخير في الشبكة وتنتزل بشكل تراجعي إلى الحدث الأول، أي بالتحديد تبدأ من العلاقة الرياضية التالية :

$$(ET_j = LT_j)$$

حيث أن (j) الحدث الأخير في الشبكة ويستخدم في هذا النوع من الحسابات العلاقات الرياضية الآتية:

1- إذا كان يرتبط بالحدث (i) نشاط واحد فقط فإن:

$$(LT_i = LT_j - t_{ij}) \quad (1)$$

2- إذا كان يرتبط بالحدث (i) أكثر من نشاط واحد، فإن العلاقة الرياضية المستخدمة هي:

$$LT_i = \text{Min} \begin{bmatrix} LT_j - t_{ij} \\ LT_j - t_{ij} \\ . \\ . \\ . \end{bmatrix} \quad (2)$$

(1) يذهب بعض الباحثين إلى استخدام أساليب أخرى لحساب الأوقات المبكرة والمتأخرة لا تقل أهمية عن الطرق المذكورة أعلاه، إلا إنها تعتمد على تقنية الجدولة أو المصفوفات في حساب الأوقات المذكورة، لمزيد من التفاصيل راجع:

العبيدي، محمود بشر إدارة المشاريع في منظمات الأعمال- محاضرات مطبوعة القيت على العلوم الإدارية/ كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية- جامعة فيلادلفيا / الأردن 2004 وسوف يرد توضيح وتطبيق لذلك لاحقاً.

من العلاقة الرياضية السابقة يتم اختيار الرقم الأصغر من حاصل طرح $(LT_j - t_{ij})$ الموجود داخل المصفوفة والذي يعبر عن البداية المتأخرة للحدث (i).

ملاحظة رقم (1):

في الحسابات الأمامية ولغرض تحديد عدد الأنشطة المرتبطة بالحدث (j) يؤخذ بنظر الاعتبار رأس السهم، أما في الحسابات الخلفية ولغرض تحديد عدد الأنشطة المرتبطة بالحدث (i) فإنه يؤخذ بنظر الاعتبار قاعدة السهم.

ملاحظة رقم (2):

يمكن أن يظهر في عملية حساب النشاطات الحرجة أكثر من مسار حرج واحد، إلا أنه يؤخذ بنظر الاعتبار أطول المسارات أو بعبارة أخرى يؤخذ بنظر الاعتبار تلك المسار الحرج الذي يكون فيه الوقت مساوياً لما هو موجود في الحدث الأخير في المخطط الشبكي من أزمئة.

ومن أجل توضيح فكرة تطبيق المسار الحرج نأخذ أحد الأمثلة وذلك كما يلي:

مثال رقم (1):

لحدى المنشآت الصناعية قررت إقامة مشروع صناعي ضمن حدود المنشأة الحالية، وبعد إجراء عدد من الدراسات والتحليلات لمكونات المشروع تم تحديد البيانات التالية:

جدول رقم (4-2) بيانات المشكلة

التفاصيل	النشاط activity	الأحداث events	الوقت time
Excavating	a	(1-2)	5 Week
Foundation	b	(2-3)	2 Week
outside plumbing	c	(2-5)	6 Week
Framing	d	(3-4)	12 Week
Inside Plumbin	e	(4-5)	10 Week
Wiring	f	(4-8)	Week
Roofin	g	(4-6)	5Week
Brick work	h	(3-7)	9Week
Dummy	o	(6-7)	0 Week
Plumbing inspection	i	(5-8)	1 Week
Shingling	j	(6-8)	2 Week
Walls	k	(8-10)	3 Week
Interior Finishing	l	(10-11)	9 Week
Exterior finishing	m	(7-9)	7 Week
Land scaping	n	(9-11)	8 Week

المطلوب:

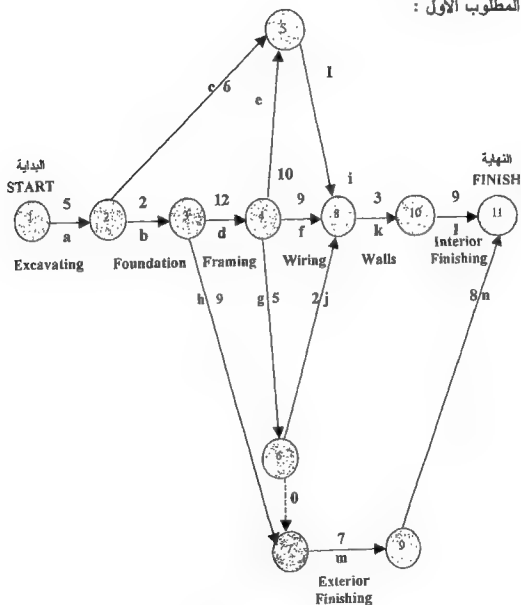
- 1- رسم المخطط الشبكي الذي يعبر عن هذه المشروع.
- 2- حساب ET ، LT ، C.P.M بأسلوب العلاقات الرياضية.

3- حساب ET، LT وتحديد الأنشطة الحرجة بأسلوب الجدولة.

الحل:

فسي البداية يتم رسم المخطط الشبكي على أساس البيانات الواردة في الجدول أعلاه وذلك كما يلي :

المطلوب الأول :



المخطط الشبكي للمشروع

المطلوب الثاني :

حساب الأرمئة المبكرة ET والمتأخرة LT ومن ثم المسار الحرج

C.P.M وذلك على النحو التالي:

أولاً: الحسابات الأمامية Forward Computation

بموجب هذه الحسابات يتم حساب الأرمئة المبكرة، وذلك كما يلي:

$$ET_5 = \text{Max} \left| \begin{array}{l} 5 + 6 = 11 \\ 9 + 10 = 29 \end{array} \right|$$

$$ET_5 = 29$$

$$ET_6 = ET_4 + t_{64} \\ = 19 + 5 = 24$$

$$ET_7 = \text{Max} \left| \begin{array}{l} ET_6 + t_{67} \\ ET_3 + t_{37} \end{array} \right|$$

$$ET_7 = \text{Max} \left| \begin{array}{l} 24 + 0 = 24 \\ 7 + 9 = 16 \end{array} \right|$$

$$ET_7 = 24$$

$$ET_8 = \text{Max} \left| \begin{array}{l} ET_4 + t_{48} \\ ET_5 + t_{58} \\ ET_6 + t_{68} \end{array} \right|$$

$$ET_9 = ET_7 + t_{79} = 24 + 7 = 31$$

$$ET^{10} = ET_8 + t_{108} = 30 + 3 = 33$$

$$ET_{11} = \text{Max} \left| \begin{array}{l} ET_{10} + t_{1011} \\ ET_9 + T_{911} \end{array} \right| = \text{Max} \left| \begin{array}{l} 33 + 9 = 42 \\ 3 + 8 = 39 \end{array} \right| = 42$$

$$ET_1 = LT_1 = 0$$

$$ET_2 = ET_1 + t_{12} = 0 + 5 = 5$$

$$ET_3 = ET_2 + t_{23} \\ = 5 + 2 = 7$$

$$ET_4 = ET_3 + t_{34} \\ = 7 + 12 = 19$$

$$ET_5 = \text{Max} \left| \begin{array}{l} ET_2 + t_{25} \\ ET_4 + t_{45} \end{array} \right|$$

$$\Rightarrow \text{Max} \left| \begin{array}{l} 19 + 9 = 28 \\ 29 + 1 = 30 \\ 24 + 2 = 26 \end{array} \right| = 30$$

ثانياً: الحسابات الخلفية Backward Computation

بموجب هذه الحسابات يتم حساب الازمنة المتأخرة، وتبدأ حيث انتهت

الحسابات الامامية، أي أن :

$$LT_5 = LT_8 - t_{58} \\ = 30 - 1 = 29$$

$$ET_{11} = LT_{11} = 42$$

$$LT_{10} = LT_{11} - t_{1011} \\ = 42 - 9 = 33$$

$$LT_4 = \text{Min} \begin{pmatrix} LT_5 - t_{45} \\ LT_8 - t_{48} \\ LT_6 - t_{46} \end{pmatrix}$$

$$LT_9 = LT_{11} - t_{911} \\ = 42 - 8 = 34$$

$$LT_4 = \text{Min} \begin{pmatrix} 29-10=19 \\ 30-9=21 \\ 27-5=22 \end{pmatrix} = 19$$

$$LT_8 = LT_{10} - t_{810} \\ = 33 - 3 = 30$$

$$LT_3 = \text{Min} \begin{pmatrix} LT_4 - t_{43} \\ LT_7 - t_{37} \end{pmatrix}$$

$$LT_7 = LT_9 - t_{79} \\ = 34 - 7 = 27$$

$$LT_3 = \text{Min} \begin{pmatrix} 19-12=7 \\ 27-9=18 \end{pmatrix} = 7$$

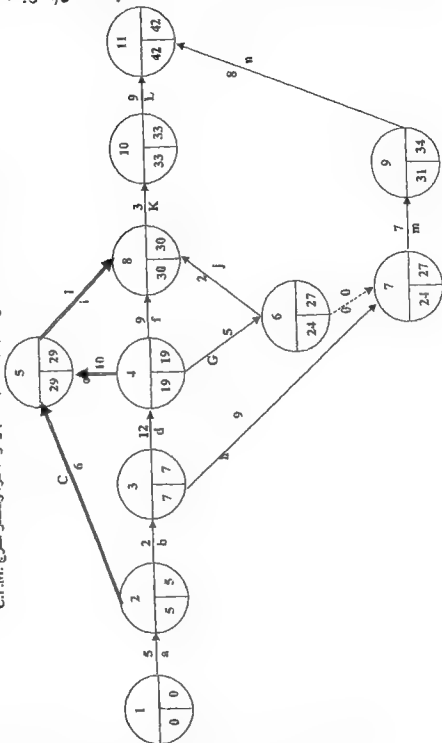
$$LT_6 = LT_7 - t_{67} \\ = 27 - 0 = 27$$

$$LT_2 = \text{Min} \begin{pmatrix} LT_5 - t_{25} \\ LT_3 - t_{23} \end{pmatrix}$$

$$LT_2 = \text{Min} \begin{pmatrix} 29-6=23 \\ 7-2=5 \end{pmatrix} = 5$$

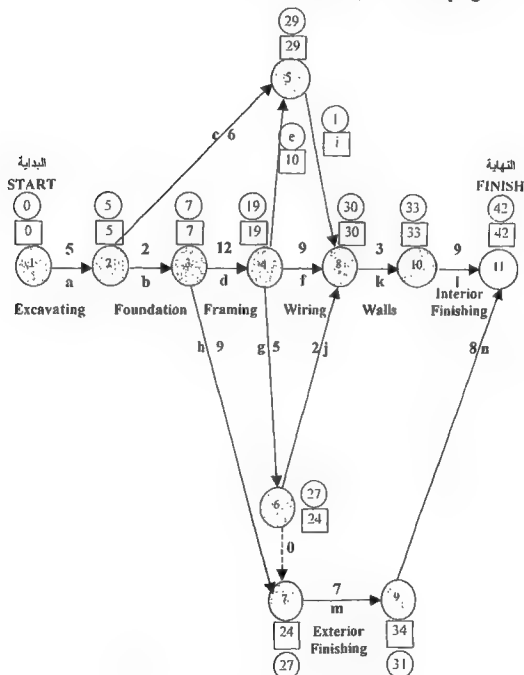
نتائج الحسابات الامامية والخلفية (الحسابات المبكرة والمتأخرة) والمسار الحرج تتضح من خلال الشكل (4-10) .

شكل (4-10) المخطط الشبكي للمشروع تظهر فيه الحسابات المبكرة والمتأخرة والمسار الحرج C.P.M.



شكل (4-10) المخطط الشبكي للمشروع تظهر فيه الحسابات المبكرة والمتأخرة والمسار الحرج C.P.M.

إن الشكل السابق (4-10) يمكن أن يعرض بشكل آخر، حيث يتم عرض بيانات الأرمسة المبكرة والمتأخرة في دوائر ومربعات فوق الأحداث كما هو واضح في الشكل رقم (4-11) التالي :



شكل (4-11) عرض بيانات الأرمسة المبكرة والمتأخرة في دوائر ومربعات فوق الأحداث كما هو واضح في الشكل رقم (4-11) التالي :

مما تقدم يتضح أن في الشكل رقم (4-10) وكذلك الشكل (4-11) الذي يعرض كل منهما الحسابات المتعلقة بالأوقات المبكرة ET، والمأخرة LT، يتضح فيه الأنشطة الحرجة وكذلك المسارات الحرجة وكما يلي:

المسار رقم (1):

$$A \longrightarrow b \longrightarrow d \longrightarrow f \longrightarrow k \longrightarrow l$$

$$5 + 2 + 12 + 9 + 3 + 9 \longrightarrow 40$$

المسار رقم (2):

$$A \longrightarrow c \longrightarrow I \longrightarrow k \longrightarrow l$$

$$5 + 6 + 1 + 3 + 9 \longrightarrow 24$$

المسار رقم (3):

$$A \longrightarrow b \longrightarrow d \longrightarrow E \longrightarrow I \longrightarrow k \longrightarrow l$$

$$5 + 2 + 12 + 10 + 1 + 3 + 9 \longrightarrow 42$$

مما تقدم يتضح أن المسار رقم (3) هو أطول المسارات وهو الذي يعبر عن المسار الحرج المطلوب Total Duration ويمثل آخر مدة زمنية مسموح بها لإحجاز المشروع حيث بعدها يعتبر المشروع متأخراً.

المطلوب الثالث :

أسلوب الجدولة في حل هذه المشكلة يعتمد على عدد من الخطوات وهي:

- 1- يتم استخراج زمن الابتداء المبكر (ET_i) التي تتمثل في الصعود الأول وذلك بموجب قواعد الحسابات الأمامية من أول حدث من الشبكة إلى الحدث، الأخير في نهاية الشبكة، علماً بأن زمن الابتداء المبكر للحدث الأول في الشبكة يساوي صفر وكذلك زمن الإبتداء المتأخر يساوي صفر.

2- يتم استخراج زمن الانتهاء المبكر (ET_i) لكل نشاط وذلك من خلال جمع قيم عمود زمني الابتداء المبكر لكل نشاط مع زمن إنجاز النشاط نفسه (t_{ij}).

3- استخراج زمن الانتهاء المتأخر (LT_i) وذلك بتحديد الانتهاء المتأخر لأخر حدث في الشبكة ويكون مساوياً لأكبر قيمة انتهاء مبكر في العمود الثاني (عمود زمن الانتهاء المبكر).

4- استخدام قواعد الحسابات الخلفية (حسابات التراجع الخلفي) ويتم استخراج بقية القيم للشبكة.

5- استخراج قيم الابتداء المتأخر (LT_i) وذلك بطرح زمن إنجاز كل نشاط من عمود القيمة الخاصة بزمن الانتهاء المتأخر وحسب كل نشاط.

6- يتم استخراج الأزمنة الفائضة $Slack\ Time$ / (ST) وذلك بطرح قيم الانتهاء المبكر من زمن الانتهاء المتأخر أو بطرح قيم الابتداء المبكر من قيم الابتداء المتأخر، وعلى أساس النتائج تحد الأنشطة الحرجة حيث يكون الزمن الفائض لها يساوي (صفر).

ومن أجل توضيح فكرة هذه الطريقة ومطابقتها مع نتائج الطريقة السابقة سوف نعتمد نفس البيانات المثال رقم (1) في تصميم الجدول الخاص بعملية الحل وذلك كما يلي:

الأنشطة Activity	زمن النشاط Activity time	الأزمنة المبكرة		الأزمنة المتأخرة		الوقت الفائض slack time
		البداية المبكرة ETi	النهاية المبكرة ETj	النهاية المتأخرة LTj	البداية المتأخرة LTi	
A	5	0	5	5	0	0
B	2	5	7	7	5	0
C	6	5	11	29	23	18
D	12	7	19	19	7	0
E	10	19	29	29	19	0
F	9	19	28	30	21	2
G	5	19	24	27	22	3
H	9	7	16	27	18	11
Dummy	0	24	24	27	27	0
I	I	29	30	30	29	0
J	2	24	26	30	28	4
K	3	30	33	33	30	0
L	9	33	42	42	33	0
M	7	24	31	34	27	3
N	8	31	39	42	34	3

نلاحظ في الجدول إن زمن إنجاز المشروع هو (42)، أسبوع ويمثل
القيمة التي تم استخراجها بطريقة المعادلات، وهي تساوي مجموع أزمنة
الأنشطة الحرجة والمتمثلة بالأنشطة

$$A \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow I \rightarrow K \rightarrow L = 42$$

أسئلة نظرية حول الفصل الرابع

- س1 : ما هو مفهوم شبكات العمل ؟
س2 : ما هي استخدامات شبكات العمل في الواقع العملي ؟
س3 : ما هو المقصود بالنشاط الوهمي Dummy Activity ؟
س4 : تكلم عن أشكال وصيغ تصميم شبكات العمل ؟
س5 : ما هي مراحل تنفيذ المشروع على أساس شبكات العمل ؟
س6 : أكتب العلاقات الرياضية لكل من:

1-Forward computation

2-Backward computation

- س7 : ما هو المقصود بالمسار الحرج ؟
س8 : ما الذي يميز الأنشطة الحرجة عن غيرها من الأنشطة في المشروع ؟
س9 : ما أهمية المسار الحرج لوقت إنجاز المشروع النهائي ؟
س10 : هل يمكن أن يكون في شبكة المشروع أكثر من مسار حرج واحد؟
أوضح ذلك ؟

تطبيقات مختلفة على اسلوب (C.P.M)

Problem no.1

مشكلة رقم (1)

توفرت لديك البيانات التالية التي تتعلق بأحد المشاريع يتكون في 1,5

أحداث و 14 نشاط:

الوقت t_{ij}	الأحداث i-j	الوقت t_{ij}	الأحداث i-j
8	4-6	6	1-2
7	5-6	10	1-3
8	5-7	6	2-3
6	6-7	12	2-5
7	7-8	5	3-4
		8	4-5

المطلوب:

تحديد المسار الحرج C.P.M.

النتائج النهائية :

المسار الحرج هو $C.P.M = 40$

$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$

Problem no.2

مشكلة رقم (2)

مشروع يتكون من 18 عملية أو نشاط، وإن المجموع الكلي للأزمنة لإنجاز المشروع هو 200 ساعة، البيانات المتعلقة بهذا المشروع ه كما في الجدول التالي:

الوقت t_{ij}	النشطة $i-j$	الوقت t_{ij}	النشطة $i-j$
9	3-8	5	1-2
7	4-8	10	1-3
9	5-6	3	1-4
12	5-7	12	1-5
20	6-10	10	2-5
13	7-9	23	2-6
18	7-10	5	3-4
15	8-9	3	3-5
10	9-10	16	3-7

المطلوب:

- 1- بناء المخطط الشبكي للمشروع.
- 2- في أي وقت ممكن أن ينجز المشروع لو تم وضع أمثل للوقت.
- 3- ما هي الأنشطة التي لها تأثير مهم على تحديد أقل وقت ممكن لإنجاز المشروع.

النتائج النهائية:

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 9 \rightarrow 10$$

$$C.P.M = 50$$

Problem no. 3

مشكلة رقم 3

الجدول التالي يتضمن بيانات تتعلق ببلد المشاريع :

الوقت tij	الأنشطة i-j	الوقت tij	الأنشطة i-j
19	6-11	25	1-2
20	907	30	1-3
30	7-10	50	1-7
20	8-11	13	2-4
20	9-12	12	2-5
40	10-14	19	3-6
6	11-14	18	3-8
10	12-13	6	4-5
80	12-15	8	4-12
12	13-14	15	5-9
50	14-15	6	6-7
		27	6-10

المطلوب:

تحديد المسار الحرج والوقت النهائي لتنفيذ المشروع، وما هو التأثير

الذي سيطرأ على هذه المدة فيما لو:

- 1- تم زيادة وقت إنجاز النشاط (12-13) بمقدار 10 أيام .
- 2- تأخير إنجاز النشاط (1-7) بمقدار 7 أيام.
- 3- ضغط وقت إنجاز النشاط (12 ~ 15) بمقدار 15 يوم.
- 4- ضغط وقت إنجاز النشاط (7-15) بمقدار 10 أيام.

النتائج النهائية:

المسار الحرج هو :

$$1 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 15$$

$$1 \rightarrow 3 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 14 \rightarrow 15 \quad \text{وكذلك}$$

$$\text{حيث أن : C.P.M} = 175$$

الجواب للنقطة 1 :

لا يؤثر ذلك لأن النشاط له 8 أيام احتياطية.

الجواب للنقطة 2 :

يؤدي إلى تأخذ 2 بمقدار يومين ويصبح المسار الحرج كما يلي:

$$1 \rightarrow 7 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 15 \text{ و } 1 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 14 \rightarrow 15$$

الجواب للنقطة 3 :

يبقى مسار حرج واحد وهو: $1 \rightarrow 3 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 14 \rightarrow 15$

الجواب للنقطة 4 :

يبقى مسار حرج واحد وهو: $1 \rightarrow 7 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 15$

Problem no.4

مشكلة رقم (4)

توفرت لديك البيانات الواردة في الجدول التالي:

النشاط السابق	النشاط	الزمن
-	a	5
-	b	7
-	c	4
A	d	2
C	e	8
B,d,e	f	3
F	g	2
F	h	5
F	i	6
G	j	4
H	k	3
I	l	1

المطلوب:

- 1- تصميم المخطط الشبكي للمشروع.
 - 2- تحديد المسار الحرج باستخدام التحليل الزمني مبنياً وقت البدء المبكر والمتأخر والنهاية المبكرة والمتأخرة.
 - 3- تحديد الوقت الفائض لكل نشاط مع بيان الوقت المتوقع لإنجاز المشروع مع تحديد المسار الحرج.
- النتائج النهائية هي:
- 1-المسار الحرج هو:

$$C \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow h \rightarrow k$$

$$4- \text{ الوقت المتوقع لإنجاز المشروع يوم } 23 = C.P.M$$

problem no 5

مشكلة رقم 5

ارسم المخطط الشبكي للمشروع الذي يقع بين النشاط (a) النشاط (v)

وقد علمت ما يلي:

1- النشاط a يسبق الأنشطة الثلاث b,c,d وكذلك e التي يمكن البدء بها

بشكل متساوي.

2- النشاط f يمكن أن يبدأ بعد الانتهاء من النشاط b.

3- النشاط g وكذلك h يمكن أن تبدأ بعد الانتهاء من الأنشطة c وكذلك f.

4- بعد الانتهاء من النشاط e يمكن أن تبدأ الأنشطة i و j .

5- النشاط k يأتي قبل الأنشطة g, d وكذلك i .

6- النشاط l يمكن أن يبدأ بعد الانتهاء من الأنشطة b, g, i وكذلك j .

7- قبل البدء بالنشاط v ينبغي الانتهاء من الأنشطة h وكذلك k .

8- وقت إنجاز الأنشطة على التوالي هي:

يوم (5, 15, 2, 10, 18, 13, 9, 4, 19, 8, 4, 10, 12)

المطلوب:

1- رسم المخطط الشبكي وتحديد المسار الحرج.

2- هل يمكن تقليص الفترة النهائية فيما لو:

أ- تم تقليص وقت إنجاز النشاط i بمقدار 5 أيام.

ب- تم تقليص وقت إنجاز النشاط v بمقدار 8 أيام.

النتائج النهائية:

المسار الحرج هو: يوم $C.P.M = 58$

أما للمسار الحرج فهو كما يلي:

$A \rightarrow b \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow k \rightarrow v$

$A \rightarrow e \rightarrow I \rightarrow k \rightarrow v$

Problem no.6

المشكلة رقم 6:

المشروع p مطلوب تنفيذه في الفترة القادمة وقد توفرت عنه البيانات التالية:

الوقت	الأنشطة السابقة	الأنشطة
5	-	A
3	A	B
7	A	C
5	B	D
10	B	E
10	B	F
12	C,d	G
10	C,d	H
5	F,g	I
6	F,g	J
8	F,g,h	K
3	E,I	L
3	H,g,f	L
3	F	M
7	J,k,l,l	n

المطلوب:

رسم المخطط الشبكي للمشروع وتحديد المسار الحرج:

1- أي من الأنشطة لها احتياطي أكبر.

2- هل أن تقلص النشاط k بمقدار 2 يوم سوف يؤثر ذلك على الوقت النهائي والمسار الحرج.

النتائج النهائية:

$$C.P.M = 41$$

المسار الحرج هو:

$$1 \rightarrow 3 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 10$$

وهذا يعني المدة (40) يوم مقبولة.

لن يتغير الوقت النهائي عند تنفيذ k وتبقى: $C.P.M = 41$

ويظهر مسار حرج ثاني وهو:

$$1 \rightarrow 3 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 10$$

دراسة حالة (1) Case Study

أن هذه الحالة الدراسية مستمدة من الواقع العملي لإحدى منظمات الأعمال الإنتاجية وهي المنشآت العلمية لإنتاج الألبسة للجاهزة/ معمل الألبسة الرجالية في النجف (العراق) (2) حيث أن المعمل المذكور يعمل على طرح منتجات جديدة، من فترة إلى أخرى، وذلك بالاعتماد على ما هو وارد في خطط الإنتاج، وفي الحالة قيد الدرس ترغب إدارة المعمل طرح بدلة رجالية من نوع معين حيث طبقا لمفاهيم التسويق والإنتاج الحديثة من المفروض أن يتم دراسة حاجة السوق أولا ومن ثم القيام بعدد من الدراسات للمتطقة بأعداد التصاميم الخاصة بهذه البدلة، ومن ثم البدء بعملية الإنتاج من خلال قسم التحضيرات ومن ثم قسم التفصيل وقسم التكنولوجيا لدراسة الوقت والحركة ومن ثم القيام بالإنتاج الفعلي وأخيرا استلام منتج جاهز في نهاية الخط الإنتاجي، إن كل هذه العمليات تقسم إلى أنشطة تفصيلية تحتاج إلى موارد معينة للإنجاز مع الوقت اللازم وفي الجدول رقم (4-3) يتم توضيح هذه العمليات والنشاطات مع الوقت اللازم لذلك مصحوبا بالدفائق علما بأن هذا الجدول معد وبشكل أولي لذلك ومن أجل تطبيق أسلوب C.P.M وكذلك أسلوب PERT، يتطلب الأمر إعادة ترتيب بيانات الجدول المذكور وتحديد تتابع الأنشطة والأحداث وفق تسلسل منطقي كما سيرد ذلك لاحقا.

وفي البداية تعرض بيانات المشروع الأساسية وذلك كما يلي:

(1) سبق الإشارة إلى هذه الدراسة في الفصل الأول ضمن المشاريع الإنتاجية .

(2) لا يزال هذا المعمل ينتج الألبسة الرجالية الجاهزة في العراق/ محافظة النجف

جدول رقم (3-4) بيانات المشروع الأساسية

الوقت الاعتيادي للاجل	رمز النشاط	مراحل ونشاطات المشروع	
120 دقيقة	E	اتخاذ الإجراءات اللازمة بتحديد مواصفات وطبيعة البنية	7
480 دقيقة	F	دراسة السوق وتحليل حجم الطلب على البنية الجديدة.	8
240 دقيقة	G	اختيار الفرضيات الابتدائية للمنطقة بطبيعة البنية الجديدة	9
1440 دقيقة	H	البداية بالحملات الاعلانية عن البنية الجديدة	10
120 دقيقة	I	تحليل ودراسة المواد الأولية الداخلة في البنية الجديدة	11
60 دقيقة	J	تحليل المشروع من الناحية التقنية للمقدم من المجموعة الفرعية A.	12
60 دقيقة	K	تحليل المشروع من الناحية التقنية للمقدم من المجموعة الفرعية B	13
60 دقيقة	L	تحليل المشروع من الناحية التقنية للمقدم من المجموعة الفرعية C.	14
60 دقيقة	M	تحليل المشروع من الناحية التقنية للمقدم من المجموعة الفرعية D.	15
480 دقيقة	N	التعاقد لطلب المواد الأولية الخاصة بالانتاج	16
240 دقيقة	O	تصحيح وتقويم طلب المواد الأولية في حالة الزيادة أو النقصان	17
960 دقيقة	P	الانتظار لوصول المواد الأولية.	18
0 دقيقة	Dum 3	نشاط تنسيقي	19
240 دقيقة	Q	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية A	20
240 دقيقة	R	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية B	21
240 دقيقة	S	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية C	22
240 دقيقة	T	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية D	23

رمز النشاط	الوقت الاعتيادي للانجاز	مراحل ونشاطات المشروع	
U	240 دقيقة	تصميم تكنولوجيا بالانتاج النهائي.	24
V	120 دقيقة	عملية انتاجية	25
W	120 دقيقة	تصميم تكنولوجيا خاصة بعملية الانتاج	26
X	480 دقيقة	تهيئة ما هو مطلوب من المكنن والمعدات.	27
Y	240 دقيقة	بناء Prototype للنبلة الجديدة.	28
Z	240 دقيقة	فحص Proto Type للنبلة الجديدة.	29
Dum .4	0 دقيقة	نشاط تنسيقي.	30
AA	60 دقيقة	فحص المستندات والوثائق المتعلقة بمراحل الانتاج.	31
BB	60 دقيقة	تنفيذ العمليات الرئيسية الخاصة بالمونتاچ.	32
CC	120 دقيقة	تحديد حجم السلسلة Series	33
Dum .5	0 دقيقة	نشاط تنسيقي	34
DD	120 دقيقة	ربط المراحل والعمليات الرئيسية.	35
EE	180 دقيقة	تصميم خطة الانتاج	36
FF	120 دقيقة	شرح تفاصيل العمل والانتاج للعاملين	37
Dum .6	0 دقيقة	نشاط تنسيقي	38
Dum .7	0 دقيقة	نشاط تنسيقي	39
Dum .8	0 دقيقة	نشاط تنسيقي	40
GG	229.22 دقيقة	الانتاج والتسويق	41

المطلوب :

تطبيق أسلوب المسار الحرج C.P.M بعد أن يتم تصميم المخطط الشبكي للمشروع مع تحديد آخر مده مسموح بها حيث يكون بعدها البدلة الجديدة جاهزة للتسويق .

الحل :

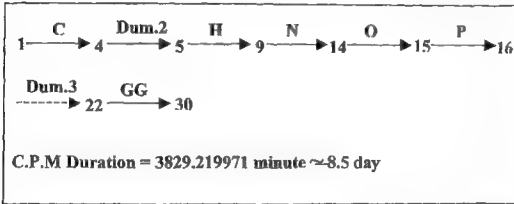
من أجل حل هذه المشكلة يتطلب الأمر في البداية تحديد أسبقيات تتابع الأنشطة الخاصة بالمشروع ، وقد حددت اللجنة الرباعية هذه الأسبقيات وذلك كما في الجدول التالي :

جدول (4-4) أسبقيات وتتبع الأنشطة

التسلسل	رمز النشاط	الحدث	الوقت الإعتيادي
1.	A	1-2	240 دقيقة
2.	B	1-3	240 دقيقة
3.	C	1-4	480 دقيقة
4.	D	2-5	60 دقيقة
5.	Dum. 1	3-5	0 دقيقة
6.	Dum. 2	4-5	0 دقيقة
7.	E	6-5	120 دقيقة
8.	F	5-7	480 دقيقة
9.	G	6-8	240 دقيقة
10	H	5-9	1440 دقيقة
11	I	8-9	120 دقيقة
12.	J	8-10	60 دقيقة
13.	K	8-11	60 دقيقة
14.	L	8-12	60 دقيقة

التسلسل	رمز النشاط	الحدث	الوقت الإعتيادي
.15	M	8-13	60 دقيقة
.16	N	9-14	480 دقيقة
.17	O	14-15	240 دقيقة
.18	P	15-16	960 دقيقة
.19	Dum.3	16-22	0 دقيقة
.20	Q	10-17	240 دقيقة
.21	R	11-17	240 دقيقة
.22	S	12-17	240 دقيقة
.23	T	13-17	240 دقيقة
.24	U	17-18	240 دقيقة
.25	V	17-19	120 دقيقة
.26	W	18-20	120 دقيقة
.27	X	20-21	480 دقيقة
.28	Y	21-22	240 دقيقة
.29	Z	20-23	240 دقيقة
.30	Dum.4	19-20	0 دقيقة
.31	AA	19-24	60 دقيقة
.32	BB	7-25	60 دقيقة
.33	CC	24-26	120 دقيقة
.34	Dum.5	25-26	0 دقيقة
.35	DD	23-27	120 دقيقة
.36	EE	21-28	180 دقيقة
.37	FF	26-29	120 دقيقة
.38	Dum.6	29-30	0 دقيقة
.39	Dum.7	27-30	0 دقيقة
.40	Dum.8	28-30	0 دقيقة
.41	GG	22-30	229.22 دقيقة

على ضوء الجدول (4-4) السابق يتم إعداد كافة الحسابات الزمنية الأمامية والخلفية باستخدام العلاقات الرياضية التي سبق الإشارة إليها وذلك في إطار المخطط الشبكي الذي يتم إعداده للمشروع في ضوء البيانات الواردة في الجداول السابقة المتضمنة بيانات المشروع ، الشكل رقم (4-12) يمثل المخطط الشبكي للمشروع وإن الجدول رقم (4-5) يتضمن كافة الحسابات الزمنية المبكرة والمتأخرة التي يمكن حسابها يدوياً ولكن للسهولة يتم الإستعانة بالحاسوب والبرنامج اجاهز $Q.S.B^+$ ونتيجة الحسابات والتحليل يتضح إن آخر وقت مسموح به لإنجاز هذا المشروع الذي بموجبه يتم تسويق البئلة الجديدة هو 3829.22 دقيقة والذي يعادل (8.6) يوم عمل تقريباً كما هو واضح في الشكل التالي الذي يعبر عن المسار الحرج :



المسار الحرج لنموذج تصميم بئلة رجالية وفق أسلوب C.P.M

وبالمقارنة مع الإجراءات والحسابات التقليدية المعتمدة من قبل إدارة المنشأة نجد ان الوقت اللازم لإنهاء هذا المشروع هو (14.5) يوم عمل ، لذلك فإن اللجوء الى إستخدام هذا الأسلوب في تصميم وإنتاج وتسويق المنتجات الجديدة يوفر لإدارة المنشأة (6) يوم عمل (مع العلم أن عدد ساعات العمل اليومية هي 7.5) .

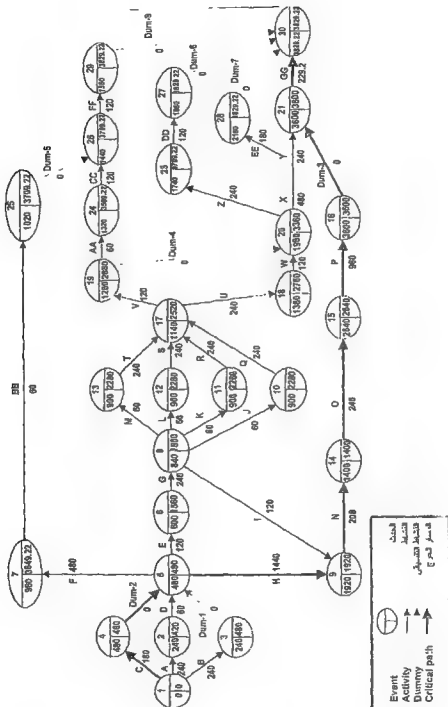
شبكات العمل/المسار المخرج

Rank	وقت نصف ماراثون (45:55)	لحمية	سنة	وقت نصف ماراثون Normalized time	حدث	رياضة	وصف النشاط	نوع النشاط	وصف النشاط	Activity Description
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							
		هبة	هبة							

جدول (4-5) الحسابات الزمنية الخاصة بمشروع طرح المنتج الجديد

[illegible]

جدول (4-5) الحسابات الزمنية الخاصة بمشروع طرح المنتج الجديد



شكل (4-13) مخطط شبكي بأسلوب C.P.M. نموذج مقترح تصميم بدلة رجالية

الفصل الخامس

تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج أسلوب بيرت *PERT*

قبل الدخول في توضيح فكرة هذا الموضوع لا بد لنا في البداية من الوقوف على مفهوم البرامج وما هو المقصود بذلك بقدر تعلق الأمر بعملية إدارة وتنفيذ المشاريع المختلفة.

5. 1. مفهوم البرامج:

إن البرامج هو جمع برنامج Program، ويقصد به المهام أو الأنشطة أو الفعاليات Activity المطلوب تنفيذها وفقاً لجدول زمني أو مراحل زمنية واضحة ومحددة، والبرنامج هنا يتفق ومفهوم المشروع Project، حيث أن هذا المصطلح يرد مرادفاً لمصطلح Program الوارد أعلاه، ولهذا السبب نجد أن في بعض الأحيان يرد اسم الأسلوب (PERT) على النحو التالي:
أما:

- Program Evaluation and Review Technique .

أو:

.Project Evaluation and Review Technique

أي أن الحرف الأول من اسم الأسلوب PERT وهو (P) يأتي أحياناً ليبدل على البرنامج وأحياناً ليبدل على المشروع، وفي كلا الحالتين لا بد من توفير الموارد المادية المختلفة وفق جدولة زمنية واضحة لأجل تنفيذ ما هو مطلوب، وهذا يتطلب اللجوء إلى استخدام شبكات العمل NetWork الذي هو كفيلاً بتحقيق الاستخدام الأفضل للموارد المادية والزمن، حيث أن لهما تأثير يتركز في فقرات تكاليف المشروع وإن استخدام شبكات العمل كفيلاً بخفضها إلى أدنى مستوى ممكن وصولاً نحو حالة الأمثلية.

إن البرامج والمشاريع المهنية لتطبيق شبكات العمل وبالتحديد أسلوب بيرت PERT تمر بثلاث مراحل (كما ذكرنا سابقا) وهي:

1-مرحلة التخطيط.

2-مرحلة الجدولة.

3-مرحلة المراجعة أو الرقابة.

وفي كافة هذه المراحل الثلاث يؤخذ بنظر الاعتبار الأمانة الاحتمالية التي هي من أهم مميزات أسلوب بيرت، ويعود السبب في ذلك إلى أن متخذ القرار في إدارة المشروع يأخذ بنظر الاعتبار نوعين من المؤثرات في عملية تنفيذ أنشطة المشروع ، وهي:

1-المؤثرات الخارجية.

2-المؤثرات الداخلية.

5. 2. أسلوب تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج (PERT).

إن السبب وراء اتبثاق هذا الأسلوب يعود للمشكلة التي واجهت سلاح البحرية الأمريكية عند تطوير مشروع الصواريخ عابرة القارات (Polaris) ، فقد طورت البحرية الأمريكية أسلوبا جديدا يسمح باستخدام الوقت في حالة عدم التأكد اطلاق عليه اسم أسلوب تقييم ومراجعة البرامج:

Program Evaluation and Review Technique(PERT).

وقد وظف القائمون على تطوير هذا الأسلوب توزيع إحصائي ذات طبيعة احتمالية يأخذ بنظر الاعتبار ثلاث تقديرات للوقت لكل نشاط بالشكل الذي يستوعب المؤثرات المشار إليها أعلاه، هذه الأوقات هي:

قيم ومراجعة تنفيذ البرامج

1-الوقت التفاؤلي (t_1) Optimistic time وهو أقصر وقت يتطلبه النشاط إذا كانت جميع المؤثرات الواردة أعلاه تسير في مصلحة تنفيذ المشروع، وبحسب لذلك نسبة احتمالية التحقق قليلة .

2.الوقت التشاؤمي: (t_3) Pessimistic time

وهو أطول وقت يتطلبه النشاط إذا كانت جميع المؤثرات الخارجية منها والداخلية هي ليست في مصلحة المشروع، واحتمالية حدوثه قليلة أيضا⁽¹⁾.

3-الوقت المحتمل جداً: (t_2) Most likely time

وهو الوقت الاعتيادي الذي يستغرقه النشاط في ظل المؤثرات الاعتيادية خارجية منها أو داخلية لذلك تكون احتمالية تحققه عالية .

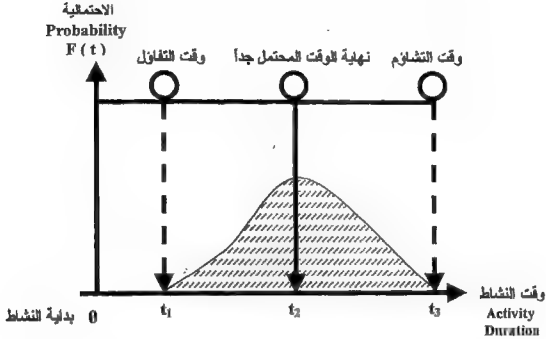
والشكل رقم (5-1)يبين الأوقات التقديرية الثلاثة السابقة وعلاقتها بمنحنى التوزيع الطبيعي أو توزيع بيتا (Beta distribution).
ومن واقع التقديرات الخاصة بالأوقات الثلاثة السابقة لتنفيذ أي نشاط فإنه يتم

الوقت المتوقع = المتوسط الحسابي المرجح بالأوزان لتقديرات الأوقات الثلاثة

تحديد الوقت المتوقع لتنفيذ ذلك النشاط، وذلك عن طريق المعادلة التالية:

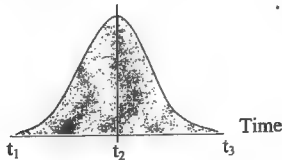
(1) من أجل أن لا يقع منفذ المشروع تحت طائلة المسؤولية نتيجة المؤثرات الخارجية والداخلية يوضع أرقام زمنية عالية (تشاؤمية)

شكل رقم (1-5) توزيع بيتا (Beta Distribution) الإحصائي



إن الشكل (1-5) يمكن أن يأخذ صيغ مختلفة تبعاً لنوع بيانات النشاط

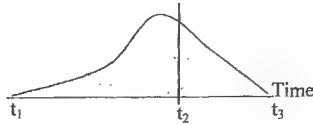
حيث يمكن أن تكون بيانات النشاط ذات صفة تفاؤلية أو تشاؤمية أو بين هذا وذلك. وهي تعبر عن صيغ مختلفة لتوزيع بيتا Beta كما هو واضح في الشكل (2-5).



(a) Symmetrical متماثل

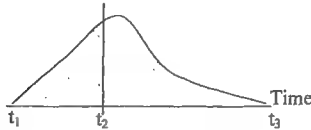
شكل رقم (2-5) توزيع بيانات الأرملة للنشاط

في أسلوب بيرت (a, b, c)



(b) تفاولي Negatively skewed

حيث تعرف هذه الحالة بأنها (مائل الى جهة اليسار
(Skewed to Left) وفيها تكون للأزمنة التفاولية الأرجحية على الأزمنة
الأخرى .



(c) تشاؤمي Positively skewed

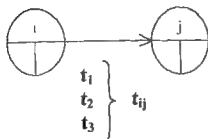
وتعرف هذه الحالة بأنها (مائل الى جهة اليمين
(Right) وفيها تكون للأزمنة التشاؤمية الأرجحية على الأزمنة الأخرى ،
وتطرح الكتب الإحصائية هذه المنحنيات تحت عنوان :

Three basic shapes of frequency curves for the Pert modified beta distribution

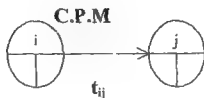
إن هذه الحالة سوف تضع أمام متخذ القرار ثلاث أزمنة للنشاط بدلاً من
زمن واحد كما هو عليه الحال في حالة المسار الحرج (C.P.M).

أي أن :

أسلوب PERT



أسلوب المسار الحرج (C.P.M)



من أجل معالجة هذه المشكلة وتحديد وقت واحد لغرض إجراء الحسابات
الأمامية والخلفية وبالتالي تحديد المسار الحرج، يتم اللجوء إلى أسلوب
الأوزان، أي تقدير وزن معين لكل واحد من الأزمنة الثلاث t_1, t_2, t_3 ، كما هو
واضح في الجدول أدناه:

احتمالات الحدوث أو الوزن

1 وزن

4 وزن

1 وزن

6

نوع الوقت

(c.) الزمن المتشائم (t_3)

(a.) الزمن الأكثر احتمالاً (t_2)

(b.) الزمن التفاولي (t_1)

فيكون مجموع الأوزان

على أساس ما تقدم تصبح المعادلة على النحو التالي:

$$^{(1)}(\text{Expected activity time } (t_e) = \frac{t_1 + 4t_2 + t_3}{6}$$

ويمكن إيجاد الانحراف المعياري حسب المعادلة التالية:

$$^{(1)} \text{ يمكن أن تكتب كمايلي : } M = \frac{t_1 + 4t_2 + t_3}{6} \text{ (Mean) المتوسط الحسابي}$$

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \quad \text{أو}$$

$$\text{Standard deviation } \sigma = \frac{t_3 - t_1}{6}$$

ومنه نجد التباين، وهو عبارة عن مربع الانحراف المعياري وحسب المعادلة التالية:

$$\text{Variance } (\sigma^2) = \left(\frac{t_3 - t_1}{6} \right)^2$$

ويبين التباين الدلالة على مدى تباعد التقدير التفاولي عن التقدير التشاؤمي كما أنه يعكس درجة عدم التأكد في تقدير الوقت اللازم لأي نشاط، وكلما كبر تباين النشاط الحرج، كلما قل احتمال الإنجاز لهذا النشاط ضمن الوقت المتوقع لإنجازه⁽¹⁾.

استناداً إلى ما تقدم يستفاد من التباين (Variance) في معرفة درجة عدم التأكد لإنجاز أي نشاط من أنشطة (PERT)، فكلما زاد التباين زادت درجة عدم التأكد (Uncertainty).

وفي أسلوب (PERT) فإن الزمن المتوقع هو الذي سيتم تثبيته على النشاطات، فلو كان الزمن التفاولي يساوي ثلاثة أيام والزمن التشاؤمي يساوي خمسة عشر يوماً والزمن المحتمل جداً للنشاط يساوي عشرة أيام، فإن الزمن المتوقع للنشاط هو (9.7) أيام وهو الذي يثبت على النشاط في أسلوب (PERT) بعد استخراجه وفق المعادلة سابقة الذكر وكما يلي :

$$M = \frac{t_1 + 4t_2 + t_3}{6}$$

$$M = \frac{3 + (4 \times 10) + 15}{6} = 9.7 \text{ يوم}$$

(1) كلما كبر الانحراف المعياري نسبياً بفضاءل بالمقابل احتمال الإنجاز للنشاط ضمن الوقت المتوقع للإنجاز والعكس صحيح.

إن استخدام أسلوب (PERT) يساعد إدارة المشروع على الوصول إلى الوقت المتوقع للإجاز النهائي للمشروع وذلك عن طريق المسار الحرج (Critical Path) .

ويمكن بعد ذلك مقارنة هذه المدة مع الزمن المتعلق عليه في العقد من قبل طرفي المشروع (صاحب العمل المنفذ له) للوصول إلى احتمالية إنجاز هذا المشروع ضمن الزمن المتعلق عليه، وذلك بحساب قيمة (Z) عن طريق المعادلة التالية

$$Z = \frac{X - M}{S_r}$$

حيث أن:

$\leftarrow M$ الوقت المتوقع لإنجاز المشروع
 $\leftarrow X$ الوقت المقترح لإنجاز المشروع.
 $\leftarrow Z$ عدد الانحرافات المعيارية لـ (X) عن الوقت المتوقع (M) وتعبّر عن قوة الاحتمال .

ومن ثم فإن قيمة (Z) تستخدم لاستخراج نسبة الاحتمال (%) المقابل لها من جدول التوزيع الطبيعي⁽¹⁾، والذي يمثل نسبة احتمالية إنجاز المشروع ضمن المدة المتعلق عليها أو أقل من ذلك.

أما بالنسبة لـ (S_r) في المعادلة السابقة فتتمثل الجذر التربيعي لمجموع تباينات الأنشطة الواقعة على المسار الحرج، أي أن:

$$S_r = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_n^2}$$

(1) انظر الملحق .

حيث أن :

$$r=1,2,\dots,n$$

ملاحظة : يمكن ان تكتب هذه العلاقة كمايلي :-

$$S_r = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \dots + \delta_n^2}$$

وذلك تبعاً للرموز التي اعتمدت للاحرف أو التباين .

5. 3. العلاقة والفرق بين أسلوب C.P.M/ واسلوب PERT.

مما تقدم يتضح أن هنالك علاقة وثيقة بين الأسلوبين وذلك من حيث:

1-عملية الحساب للأزمنة المبكرة والمتأخرة ضمن ما يسمى بالحسابات الأمامية والخلفية.

2-التمثيل البياني للأنشطة وتوظيف ذلك لأغراض التخطيط والرقابة.

بالإضافة إلى ما تقدم، فإن كلا الأسلوبين يساعدان في عملية التحليل الشبكي للمشاريع من خلال ما يلي:

1-وضع مخطط بياني لنشاطات المشروع.

2-تقدير طول مدة إنجاز المشروع وكذلك المدة المسموح بها للإنجاز.

3-الإشارة إلى الأنشطة الحرجة في زمن المشروع.

4-الإشارة إلى المدة التي يمكن أن يتأخرها أي نشاط دون أن يؤثر ذلك على زمن المشروع الكلي.

من الناحية التطبيقية يمكن تطبيق أي من الأسلوبين في الواقع العملي لأغراض تخطيط وجدولة عملية تنفيذ مشروع معين، إذا توافرت في المشروع كل من الخاصتين التاليتين:

أولاً: يجب أن يتكون المشروع من مجموعة محددة من الأنشطة يقبل كل منها التعريف والتحديد الدقيق، وتتميز كل منها عن الأخرى بسهولة.

ثانياً: على الأغلب يجب أن تكون الأنشطة منتظمة ومتتابعة، تكون في مجموعها الخطوات المنطقية لتنفيذ المشروع (تحقيق الهدف).

وقد تم تعديل وتوسيع الأسلوبين إلى طريقة جديدة سميت بأسلوب المراجعة والتقييم البياتي (GERT) وهو اختصار للمصطلح الإنجليزي (Graphical Evaluation and Review Technique) ويقوم هذا الأسلوب على عدم افتراض أن جميع الأنشطة تأخذ مكانها ولكن كل نشاط له احتمالية الحدوث في شبكة الأعمال أو التحليل الشبكي، وهذا يتضمن أنه ليست جميع الأنشطة ربما يتم إنجازها في التحليل الشبكي، أيضاً هناك إمكانية الرجوع إلى الأنشطة السابقة لإجراء التعديلات.

وهناك ست خطوات مشتركة يمكن اتباعها في إطار (PERT and CPM):

1- تحديد المشروع وجميع الأنشطة والمهام الخاصة به.

2- تطوير العلاقة بين الأنشطة، وتقرير أي الأنشطة السابقة واللاحقة.

3- رسم الشبكة الخاصة بهذه الأنشطة.

4- تحديد الوقت والكلفة المقدرة لكل نشاط.

5- حساب وقت المسار الحرج في الشبكة.

6- استخدام الشبكة للمساعدة في الخطة، والجدولة، ورقابة للمشروع.
ورغم صيغة الالتقاء والعلاقة الموجودة بين هذين الأسلوبين إلا أن هناك فروقات واضحة بينهما يمكن إجمالها على النحو التالي:
أولاً: يستخدم (C.P.M) وقتاً واحداً محدداً، بينما يستخدم (PERT) ثلاثة أوقات تقديرية ، كما تم ذكره سابقاً.

ثانياً: على الأغلب يستخدم أسلوب (PERT) تمثيل النشاطات على الأسهم على الأغلب بدلاً من العقد، بينما يستخدم أسلوب (CPM) العقد بدلاً من الأسهم⁽¹⁾.

ثالثاً : يستخدم أسلوب (PERT) في حالة عدم التأكد، بينما أسلوب (CPM) يستخدم في حالة المشاريع الروتينية المتكرره (في صناعة المصانع مثلاً).
ويشير (Pilcher) إلى أن أسلوب المسار الحرج (CPM) قد أخذ مصطلحات عديدة مثل : (CPM) جدولة المسار الحرج، و(CPM) تحليل المسار الحرج، أما بالنسبة لأسلوب (PERT) فقد كان يطلق عليه في بدايته " مهمة بحث وتقييم البرنامج Program Evaluation and Research Task ثم أصبح يطلق عليه بعد ذلك أسلوب تقييم ومراجعة البرنامج أو البرامج Program Evaluation and Review Technique

إن الأسلوبين يقودان إلى تحديد جنولة الوقت، أضيف إلى ذلك أن الأسلوبين تم تطويرهما بشكل مستقل، وهما آخذان بالمساواة، ومن الجدير بالذكر هنا أن الطروحات النظرية الحالية للمدخل الكمي لإدارة الأعمال تشير إلى أن

(1) لمزيد من التفاصيل راجع :

k. Kukuly " Badania Operacyjne" Pwn-wa, 2001,p.183.

الأسلوبين يشكلان أداة واحدة، والاختلافات - إن وجدت - فإنها اختلافات تاريخية. وفيما يلي مثال يوضح أسلوب (PERT) .
مثال رقم (1):

على افتراض توفر نفس بيانات المثال الوارد في حالة أسلوب C.P.M المستعمل ببناء دار سكني مع بعض التعديلات التي تخص أزمدة الإنجاز، حيث ترد في هذا المثال بشكل احتمالي وهي:

1- زمن الإنجاز التفاولي ($OP. t_1$).

2- زمن الإنجاز الأكثر احتمالا ($MO.L. t_2$).

3- زمن الإنجاز التشاؤمي ($Pess. t_3$).

البيانات المرتبطة بهذا المشروع هي كما يلي:

Activity	Events	t_1	t_2	t_3	$M = \frac{t_1 + 4t_2 + t_3}{6}$	$\sigma = \frac{t_3 - t_1}{6}$
A	(1-2)	3	5	7	5	0.444
B	(2-3)	1	1.5	5	2	0.444
C	(2-5)	4	5	12	6	1.778
D	(3-4)	8	10	24	12	7.111
E	(4-5)	7	10	13	10	1.000
F	(4-8)	5	9.5	11	9	1.000
G	(4-6)	3.5	5	6.5	5	0.250
H	(3-7)	6	8	16	9	2.778
I	(5-8)	1	1	1	1	0
J	(6-8)	1	2	3	2	0.111
K	(8-10)	1.5	3	4.5	3	0.250
L	(10-11)	7	9	11	9	0.444

تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج

Activity	Events	t ₁	t ₂	t ₃	$M = \frac{t_1 + 4t_2 + t_3}{6}$	$\sigma = \frac{t_3 - t_1}{6}$
M	(7-9)	6	6.5	10	7	0.444
N	(9-11)	5	7.5	13	8	1.778
O	(6-7)	0	0	0	0	0.000

المطلوب:

- 1- رسم شبكة بيرت للمشروع وتثبيت البيانات عليه
- 2- ما هو احتمالية إن ينجز المشروع في (50) يوم
- 3- ما هو احتمالية إن ينجز المشروع في مدة (40) يوم
- 4- رسم توزيع Bete لبعض الأنشطة

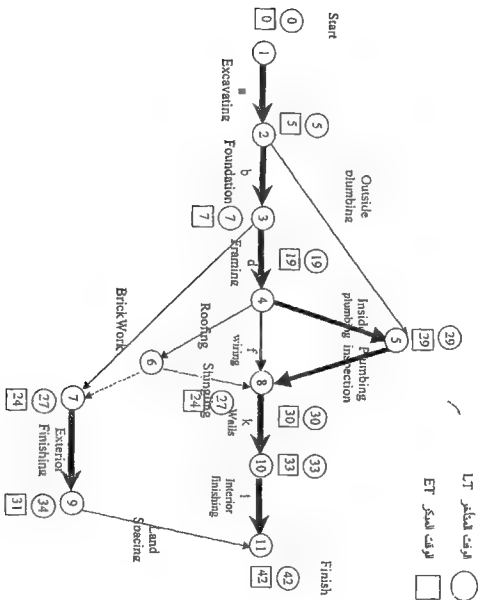
الحل:

في البداية يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع ومن ثم يتم حساب الأزمنة المبكرة والمتأخرة وتحديد المسار الحرج في ضوء البيانات الواردة في جدول بيانات المشكلة السابق . الشكل رقم (3-5) هو المخطط الشبكي المتعلق ببناء دار سكني المقصود في هذه المشكلة ، وفيه يتضح أن آخر مدة مسموح بها لإتجاز المشروع هو (42) يوم . البيانات الزمنية المبكرة والمتأخرة تم إظهارها في الشكل المذكور على النحو التالي :

○ الوقت المتأخر LT

□ الوقت المبكر ET

حيث على أساس هذه البيانات الوتمية المبكرة والمتأخرة يتم تحديد المسار الحرج .



شكل (3-5) المخطط الشبكي المتعلق ببناء دار سكني وفيه تتضح الأوقات المبكرة والمبكرة وتأخرة والمسار الحرج

إن المسار الحرج الذي يتم إستخلاصه في الشكل رقم (5-3) هو كالآتي:

$$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow I \rightarrow K \rightarrow L$$

$$9 + 3 + 1 + 10 + 12 + 2 + 5 \Rightarrow 42 \text{ يوم}$$

$$M \Rightarrow 42$$

وعليه فإن : δ وكما يلي:

$$\delta = \frac{t_3 - t_1}{6}$$

فإن:

$$S_1 : \delta_A = 0.666$$

$$S_2 : \delta_B = 0.666$$

$$S_3 : \delta_D = 2.666$$

$$S_4 : \delta_F = 1.000$$

$$S_5 : \delta_I = 0.000$$

$$S_6 : \delta_K = 0.500$$

$$S_7 : \delta_L = 0.666$$

$$S_r = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 + S_5^2 + S_6^2 + S_7^2}$$

$$S_r = \sqrt{(0.666)^2 + (0.666)^2 + (2.666)^2 + (1.000)^2 + (0.000)^2 + (0.500)^2 + (0.666)^2}$$

$$S_r = \sqrt{0.444 + 0.444 + 7.111 + 1.000 + 0.000 + 0.250 + 0.444}$$

$$S_r = \sqrt{9.688} = 3.11$$

وعليه فإن قيمة Z تحسب كما يلي:

$$Z = \frac{50 - 42}{3.11} = 2.57 \text{ قوة الاحتمال}$$

ومن الجدول الإحصائي الخاص بحساب دالة التوزيع الطبيعي (Z) الواردة في نهاية هذا الكتاب (الملحق) يتم إيجاد نسبة الاحتمال، حيث نجد أن نسبة الاحتمال هي 0,994 وهذا يعني أن المشروع يمكن أن يتجزأ في (50) يوم بنسبة 99% ، أما بالنسبة للمطلوب الثالث المتعلق بحساب احتمالية إنجاز المشروع في (40) يوم فإنه يحسب كالآتي⁽¹⁾

$$Z = \frac{40 - 42}{3.11} = \frac{-2}{3.11} = -0.643$$

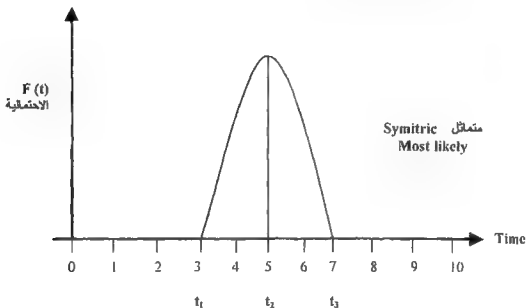
وتحسب نسبة الاحتمال بغض النظر عن العلامة السالبة من الجدول الإحصائي المشار إليه أعلاه، وعندها نجد أن نسبة الاحتمال هي 0,7389 وهذا يعني أن احتمالية إنجاز المشروع في (40) يوم هي 74%

أما بالنسبة للمطلوب الرابع المتعلق برسم توزيع Beta فهو موضح بالشكل رقم (4-5)، ومنه نلاحظ أن هذا التوزيع بالنسبة للأنشطة التي تم اختيارها، وهي (F, B,A) فهي كما يلي:

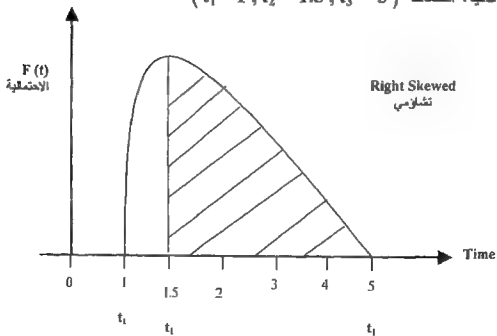
(1) انظر الملحق في نهاية الكتاب.

الشكل رقم (4-5) التوزيع الإحصائي Beta لبعض الأنشطة :

أولاً: النشاط A ($t_1=3$, $t_2=5$, $t_3 = 7$)

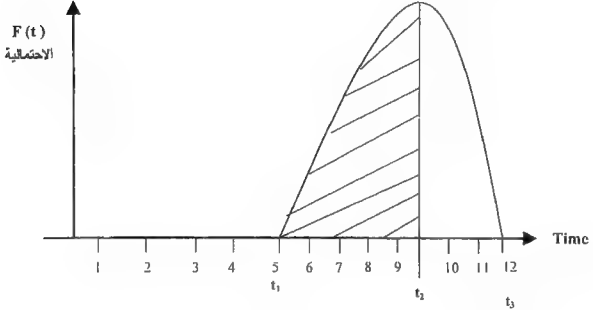


ثانياً: النشاط B ($t_1 = 1$, $t_2 = 1.5$, $t_3 = 5$)



ثالثاً : F : ($t_1 = 5$, $t_2 = 9.2$, $t_3 = 11$)

Skewed Left



5. 4. الاحتياطات الزمنية (Float-Time Slack):

الاحتياطات الزمنية تعرف بأنها أوقات المرونة Slak، وهي تلك الأوقات التي تقاس بالأيام أو الأسابيع أو الأشهر الخ، والتي تحدد ضمن شبكة المشروع وفق حسابات زمنية معينة من أجل معالجة أو مواجهة الظروف أو المؤثرات الخارجية والداخلية التي تؤثر في اتسايية إنجاز نشاطات المشروع، وبالتحديد من أجل معالجة الاختناقات والمعوقات الزمنية التي قد تظهر أثناء عملية تنفيذ نشاطات المشروع، حيث توفر هذه الاحتياطات الزمنية لإدارة المشروع فرصة للمناورة في عملية استغلال ما هو متوفر من إمكانات مادية وزمنية لبلوغ الأهداف المنشودة بأفضل السبل وتقسم الاحتياطات الزمنية إلى ثلاثة أنواع وذلك كما يلي:

1- الوقت الاحتياطي الكلي S_{ij}

2- الوقت الاحتياطي الحر F_{ij}

3- الوقت الاحتياطي المستقل IF_{ij}

وفيما يلي توضيح لكل واحد من هذه الأنواع من الاحتياطات الزمنية

أولاً: الوقت الاحتياطي الكلي $Total\ float\ (S_{ij})$

يعرف هذا الوقت بأنه أطول وقت يمكن استغلاله في تأجيل المباشرة في تنفيذ نشاط معين دون أن يؤثر ذلك على وقت إكمال المشروع الكلي ويحسب هذا الوقت باستخدام العلاقة الرياضية التالية :

$$S_{ij} = LT_j - t_{ij} - ET_i - 1$$

ثانياً: الوقت الاحتياطي الحر $Free\ Float(F_{ij})$

يعرف هذا الوقت بأنه أكبر وقت يسمح خلاله بتأجيل المباشرة بتنفيذ نشاط معين إذا ما ابتدأت كافة الأنشطة الباقية من الأوقات المبكرة لها، ويحسب هذا الوقت باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$F_{ij} = ET_j - t_{ij} - ET_i - 2$$

ثالثاً: الوقت الاحتياطي المستقل $Independence\ Float\ (IF_{ij})$

وهو أكبر وقت يمكن خلاله تأجيل المباشرة بتنفيذ نشاط معين إذا ما ابتدأت كافة الأنشطة الباقية من الأوقات المتأخرة لها، ويمكن حساب الوقت الاحتياطي المستقل باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$IF_{ij} = ET_j - t_{ij} - LT_i - 3$$

علما بأن:

LT_j	←	الوقت المتأخر لوقوع الحدث j
ET_i	←	الوقت المبكر لوقوع الحدث i
ET_j	←	الوقت المبكر لوقوع الحدث j
LT_i	←	الوقت المتأخر لوقوع الحدث i
t_{ij}	←	زمن استغراق الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية (j)

وعند حساب الاحتياطات الزمنية الثلاث الوارد ذكرها أعلاه ترد الملاحظات
ملاحظة رقم (1):

يتم حساب الاحتياطات الزمنية بعد أن يتم تنفيذ كافة الحسابات الأمامية
والخلفية وإيجاد المسار الحرج

ملاحظة رقم (2):

الوقت الاحتياطي للأنشطة الواقعة على المسار الحرج الرئيسي يساوي
صفراً، أي إن:

$$(S_{ij}=0, F_{ij}=0, IF_{ij}=0)$$

أما بالنسبة للمسارات الحرجة الأخرى فبها يمكن أن تكون كما يلي:

$$(S_{ij} \geq 0, F_{ij} \geq 0, IF_{ij} \geq 0)$$

ملاحظة رقم (3):

إذا ظهرت قيمة سالبة من هذه الاحتياطات فهي تعتبر صفراً .
لتوضيح فكرة حساب وتحديد الاحتياطات الزمنية نعرض أنناه مثال لهذا
الغرض

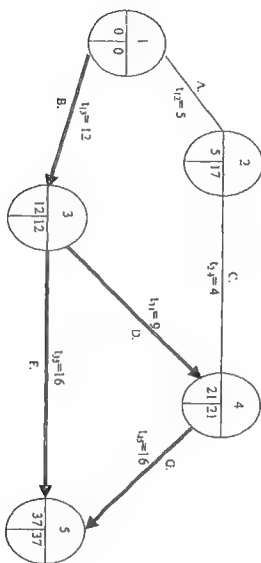
مثال رقم (1):

مشروع يتكون من عدد من الأنشطة، ثم حساب الأوقات المبكرة والمتأخرة
وتحديد المسار الحرج CPM كما في الشكل رقم (5-5) ، وكذلك الشكل
رقم (5-6) بعد أن يتم تثبيت نوع الاحتياطات الزمنية المطلوبة وهي :

S_i

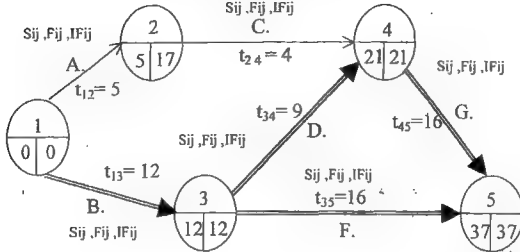
F_{ij}

F_i



شكل (5-5) الأوقات المبكرة والمتأخرة والمسار الحرج C.P.M للمشروع

الشكل رقم (5-6) المخطط الشبكي للمشروع تتضح عليه المطلوب من
الاحتياطيات لكل الأنشطة



يتم حساب الأوقات الاحتياطية كما يلي:

أولاً: الوقت الاحتياطي الحر S_{ij} :

$\left. \begin{aligned} S_{ij} &= LT_j - t_{ij} - ET_i \\ S_{12} &= LT_2 - t_{12} - ET_1 \\ S_{12} &= 17 - 5 - 0 = 12 \end{aligned} \right\}$	A. النشاط
$\left. \begin{aligned} S_{13} &= LT_{13} - t_{13} - ET_1 \\ &= 12 - 12 - 0 = 0 \end{aligned} \right\}$	B. النشاط
$\left. \begin{aligned} S_{24} &= LT_4 - t_{24} - ET_2 \\ &= 21 - 4 - 5 = 12 \end{aligned} \right\}$	C. النشاط
$\left. \begin{aligned} S_{34} &= LT_4 - t_{34} - ET_3 \\ &= 21 - 9 - 12 = 0 \end{aligned} \right\}$	D. النشاط
$\left. \begin{aligned} S_{35} &= LT_5 - t_{35} - ET_3 \\ &= 37 - 16 - 12 = 9 \end{aligned} \right\}$	F. النشاط
$\left. \begin{aligned} S_{45} &= LT_5 - t_{45} - ET_4 \\ &= 37 - 16 - 21 = 0 \end{aligned} \right\}$	G. النشاط

ثانياً: الوقت الاحتياطي الحر Fij

$$F_{ij} = ET_j - t_{ij} - ET_i$$

$$F_{12} = Et_2 - t_{12} - Et_1 \\ = 5-5-0 = 0$$

A. النشاط

$$F_{13} = ET_3 - t_{13} - Et_1 \\ = 12-12-0 = 0$$

B. النشاط

$$F_{24} = Et_4 - t_{24} - Et_2 \\ = 21-4-5=12$$

C. النشاط

$$F_{34} = Et_4 - t_{34} - Et_3 \\ = 21-9-12=0$$

D. النشاط

$$F_{35} = Et_5 - t_{35} - Et_3 \\ = 37-16-12=9$$

F. النشاط

$$F_{45} = Et_5 - t_{45} - Et_4 \\ = 37-16-21=0$$

G. النشاط

ثالثاً : الوقت الاحتياطي المستقل IFij

$$IF_{ij} = ET_j - t_{ij} - LT_i$$

$$IF_{12} = Et_2 - t_{12} - Lt_1 \\ = 5-5-0=0$$

A. النشاط

$$IF_{13} = Et_3 - t_{13} - Lt_1 \\ = 12-12-0=0$$

B. النشاط

$$IF_{24} = Et_4 - t_{24} - Lt_2 \\ = 21-4-21=-4=0$$

C. النشاط

$$IF_{34} = Et_4 - t_{34} - Lt_3 \\ = 21-9-12=0$$

D. النشاط

$$IF_{35} = Et_5 - t_{35} - Lt_3 \\ = 37-16-12=9$$

F. النشاط

$$IF_{45} = Et_5 - t_{45} - Lt_4 \\ = 37-16-21=0$$

G. النشاط

تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج

ويمكن جمع النتائج المتعلقة بهذه الأوقات الاحتياطية كما في الجدول رقم (1-5) التالي :

جدول رقم (1-5) النتائج للأزمة الاحتياطية

النشاط Activity	الاحتياطيات الزمنية			النشاط حرج
	$S_{ij}=LT_j-t_{ij}-ET_i$	$F_{ij}=ET_j-t_{ij}-ET_i$	$IF_{ij}=Et_j-t_{ij}-LT_i$	
A	$S_{12} = 12$	$F_{12} = 0$	$IF_{12} = 0$	
B	$S_{13} = 0$	$F_{13} = 0$	$IF_{13} = 0$	*
C	$S_{24} = 12$	$F_{24} = 12$	$IF_{24} = 0$	
D	$S_{34} = 0$	$F_{34} = 0$	$IF_{34} = 0$	*
F	$S_{35} = 9$	$F_{35} = 9$	$IF_{35} = 9$	
G	$S_{45} = 0$	$F_{45} = 0$	$IF_{45} = 0$	*

5.5 استخدام البرامجيات الجاهزة والحاسوب:

في الوقت الحاضر تستخدم البرامجيات الجاهزة والحواسيب بشكل واسع لمعالجة مشاكل شبكات الأعمال، حيث يرد في هذا الصدد العديد من البرامجيات، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

Quick Quant. -1

DS for windows. -2

Win Q.S.B. -3

TORA. -4

LINDO. -5

ولغرض توضيح دور وإمكانية هذه البرامج ، والكيفية أو الصيغة التي يتم فيها عرض مخرجاتها من الحواسيب المختلفة، فإننا نعرض أدناه الكيفية التي تظهر

عليها مخرجات أحد الأمثلة السابقة وذلك باستخدام برنامج Quick Quant الذي هو أحد البرامج العلمية : الخاصة بأساليب بحوث العمليات وتم تصميمه من قبل شركة IBM PC .

إن استخدام البيانات الواردة في المثال المذكور المتعلق ببناء دار سكني يؤدي إلى الحصول على ما يسمى بـ Activity report for home building كما هو واضح في الجدول رقم (2-5) الذي يعرض تقرير النتائج النهائية على أساس AOA اما الجدول رقم (3-5) فهو يعرض النتائج النهائية على أساس AON حيث أن في كلا الحالتين يلاحظ أن المسار الحرج متساوي ، أي أن :

Activity REPORT FOR Home-Building										
No.	Activity Code	Name	Beg. Event	End. Event	Exp.t	Planning Times				Slack
						ES	LS	FF	LF	
1	a	Excav.	1	2	5	0	0	5	5	0
2	b	Found.	2	3	2	5	5	7	7	0
3	c	Outs Pl.	2	5	6	5	23	11	29	18
4	d	Framing	3	4	12	7	7	19	19	0
5	e	Ins Pl.	4	5	10	19	19	29	29	0
6	f	Wiring	4	8	9	19	21	28	30	2
7	g	Roofing	4	6	5	19	22	24	27	3
8	h	Brickw.	3	7	9	7	18	16	27	11
9	i	Pl Insp.	5	8	1	29	29	30	30	0
10	j	Shingl.	6	8	2	24	28	26	30	4
11	k	Walls	8	10	3	30	30	33	33	0
12	l	Int Fin.	10	11	9	33	33	42	42	0
13	m	Ext Fin.	7	9	7	24	27	31	34	3
14	n	Landsc.	9	11	8	31	34	39	42	3
Critical Path(s)						Expected Project Time				

الوقت المسار الحرج

42

جدول رقم (5-2) مخرجات الحاسبة الالكترونية باستخدام البرنامج Quick Quant للمثال المتعلق ببناء دار سكن على اساس AOA

EVENT MILESTONE REPORT FOR Home-Building

Event	Event Connections				Times			Activity Connections		
	Predecessors	Successors	TE	TL	Slack	End	There	Begin	There	
1	: none	- : 2	- : 0	0	0	: none	-	: a	-	-
2	: 1	- : 3	5 - : 5	5	0	: a	-	: b	c	-
3	: 2	- : 4	7 - : 7	7	0	: b	-	: d	h	-
4	: 3	4 - : 5	6 8 : 19	19	0	: d	-	: e	f	g
5	: 2	- : 8	- : 29	29	0	: c	e	: i	-	-
6	: 4	6 - : 7	8 - : 24	27	3	: g	-	: j	Dum	-
7	: 3	5 6 : 9	- : 24	27	3	: h	Dum	: m	-	-
8	: 4	- : 10	- : 30	30	0	: f	i	: k	-	-
9	: 7	- : 11	- : 31	34	3	: m	-	: n	-	-
10	: 8	- : 11	- : 33	33	0	: k	-	: l	-	-
11	: 9	10 - : none	: 42	42	0	: l	n	: none	-	-
Critical Path(s)						Expected Project Time 42				

1-2-3-4-5-8-10-11

جدول رقم (3-5) مخرجات الحاسبة الإلكترونية باستخدام البرنامج

Quick Quant للمثال المتعلق ببناء دار سكن على اساس AON

في حالة اعتماد أسلوب AOA: المسار الحرج هو:

$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow I \rightarrow K \rightarrow L \rightarrow 42$ يوم

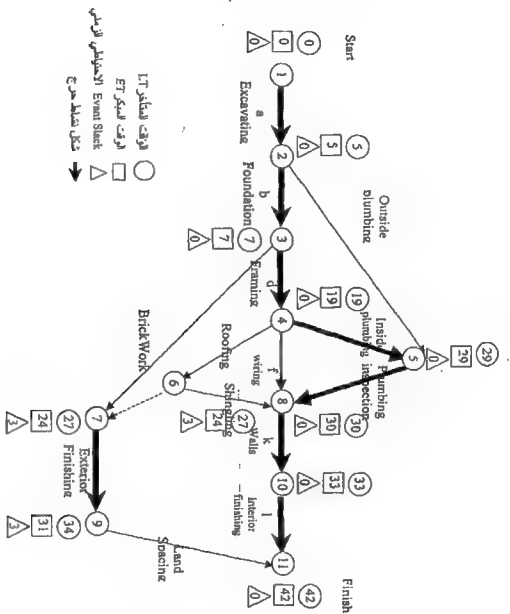
وقت المسار الحرج

في حالة اعتماد أسلوب AON: المسار الحرج هو:

$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow A \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 42$ يوم

وقت المسار الحرج

رغم ما هو وارد أعلاه في تشابه في وقت المسار الحرج (42) إلا أن طبيعة المخرجات تختلف بعض الشيء وذلك بقدر تعلق الأمر في عرض الاحتياطات الزمنية (Slack) وكذلك الأزمنة المبكرة والمتأخرة والأنشطة الوهمية (DUMMY). الشكل رقم (5-7) يوضح المخطط الشبكي النهائي للمشروع قيد الدرس حيث تم تمثيل وقت الاحتياطات الزمنية Slack من خلال الشكل المثلث (Δ) مع بقية الأزمنة المبكرة والمتأخرة.



الشكل رقم (5-7) المخطط الشبكي النهائي المتعلق ببناء دار سكني وتوضح فيه الأوقات المبكرة والمتأخرة والاحتياطيات الزمنية

أسئلة نظرية حول الفصل الخامس

س1: ما هو الفرق بين أسلوب (PERT) وأسلوب CPM؟

س2: ما هي طبيعة الأمانة في أسلوب (PERT) ؟

س3: ما هو المقصود باحتياطات الزمنية؟

س4: تكلم عن أهمية الاحتياطي الكلي؟

س5: ما هي استخدامات أسلوب (PERT) ؟

س6: ما هو المقصود بـ:

- الوقت التشاؤمي (t_3)

- الوقت التفاولي (t_1)

- الوقت الأكثر احتمالاً (t_2)

س7: كيف يحسب الوقت المتوقع للإجاز؟

س8: ما هي أهمية واستخدامات العلاقة الرياضية التالية: —

$$\sigma = \frac{t_3 - t_1}{6}$$

س9: تكلم عن نوع التوزيع الإحصائي Beta في أسلوب (PERT) ؟

س10: ما هو نوع الجداول الإحصائية التي يمكن أن تستخدم في أسلوب

(PERT) ؟

تطبيقات مختلفة على أسلوب (PERT)

مشكلة رقم (1):

لتنفيذ المشروع (أ) تم إعداد اثنين من المخططات الشبكية، وهي A,B، وعلى أساس لتحليل الشبكي مطلوب الاختيار بين هذه البدائل لكي يتحقق الموعد المطلوب وهو (48) يوم . البيانات المتوفرة هي كما يلي:

البديل A

الوقت i-j الأنشطة						
	t ₁	a	t ₂	m	t ₃	b
2-1		13		14		15
3-1		5		10		15
4-1		7		10		19
3-2		2		2		2
5-2		10		10		10
6-3		20		21		22
7-3		4		16		16
7-4		5		20		23
8-5		5		8		11
8-6		12		12		12
8-7		18		18		30

البديل B

i-j الأنشطة	الوقت					
	t ₁	a	t ₂	m	t ₃	b
2-1		17		20		20
3-1		14		14		14
4-1		1		5		15
5-2		2		10		12
6-3		17		18		25
7-3		15		15		15
7-4		2		5		14
8-5		18		20		28
8-6		14		15		22
8-7		18		21		24

النتائج النهائية:

المفروض أن يتم اختيار البديل A. لأن $\sigma = \frac{73}{9}$ هو أكبر من البديل الثاني B.

مشكلة رقم (2)

عملية مونتاج محرك سيارة يتكون من 13 حدث و 21 نشاط، وهي موضحة

بالتالي:

الأنشطة i-j	الوقت			
	t_1	a	t_2	b
1-2		2	5	8
1-3		2	4	18
2-5		3	4	5
2-4		6	6	12
3-4		5	6	7
3-6		6	10	14
4-5		3	5	7
4-6		0	0	0
4-8		2	5	8
5-9		4	6	8
5-8		4	5	24
6-7		3	6	9
8-7		5	6	7
10-7		1	3	11
11-7		3	6	9
8-10		2	8	14
9-10		4	3	3
9-12		6	7	14
13-10		2	4	6
13-11		3	5	7
12-13		6	8	10

المطلوب:

ما هي المدة التي يمكن بموجبها إنجاز هذا المشروع، وما هي احتمالية إنجاز المشروع في مدة 42 يوم

النتائج الثانية:

40= وقت المسار الحرج

1→3→6→7→8→10→13

$p\{TK = 42\} = \emptyset (-0.53) = 0.2981$

Case study No-1

دراسة حالة رقم (1)

إن هذه الحالة هي امتداد للحالة السابقة التي تم دراستها في الفصل الرابع، حيث لاحظنا في الفصل المذكور كيفية البدء بخطوات تنفيذ المشروع، حيث تم في البداية تحويل صيغة بيانات المشروع من كونها بيانات عامة مكتوبة بصيغة معلومات خام، إلى صيغة مرتبة بشكل متتابع ومنظم وفق أسس منطقية، وقد تم حساب المسار الحرج CPM وقد كان الوقت النهائي الذي يعبر عن هذا المسار هو (8.6) يوم عمل وهو آخر موعد مسموح به لإنجاز المشروع، ولقد تم اعتماد أزمنة احتياطية في دراستنا هذه المرتبطة بأسلوب PERT، يكون مطلوب أيضا حساب وقت المسار الحرج، فيما يلي أدناه توضيح لذلك.

(تطبيق أسلوب PERT) .

بموجب هذا الأسلوب يكون لكل نشاط ثلاثة أزمدة، وإن زمن النشاط المعتمد في عملية التنفيذ هو معدل هذه الأزمدة الثلاث، وقد تم الاعتماد على البيانات الواردة في الفقرة السابقة عند الحديث عن تطبيق أسلوب CPM حيث تم تمثيل الأنشطة بمخطط شبكي وفق أسلوب PERT وتم إعداد جدول يتضمن كافة الأزمدة الاحتمالية الثلاث (Pe,Mo,Op) مع حساب الوقت المتوقع والوقت الحقيقي كما هو واضح في الجدول رقم (4-5)، وبموجب المخطط الشبكي الموضح بالشكل رقم (5-8) ثم يتم حساب آخر وقت مسموح به لإنجاز المشروع بالاعتماد على حساب متوسط Mean (M) الأزمدة الاحتمالية الثلاث والذي يساوي تقريبا (10) أيام عمل كما هو واضح في الشكل رقم (5-9) وبذلك يوفر هذا الأسلوب (4,5) يوم عمل . أن الشكل الذي يعبر عن المسار الحرج هو كالآتي :

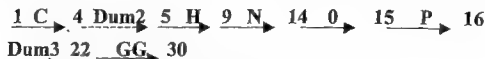
تعليم ومراجعة تنفيذ البرامج

الوقت الحقيقي (1)	الوقت المتوقع	الوقت الاحتمالي		الحدث Events	الوقت النظري Activity	الوقت النظري Activity
280.8	240	Pres	hlos	OP	تحليل مقرر أو فكرة منتج جديد	A
280.8	240	264	240	216	عرض وتقديم بيانات بوسيلة الحاسوب لتعليمات مشابهة	B
561.6	480	528	480	432	تحليل لقوائم المستفيدين	C
70.2	60	66	60	54	تحليل لقوائم المتعلمين بالبرنامج	D
0	0	0	0	0	تدريب تدريبي	Dum1
0	0	0	0	0	تدريب تدريبي	Dum2
140.4	120	132	120	108	تحليل الإجراءات للترجمة بتحديد مؤشرات ومعايير التقييم	E
561.6	480	528	480	432	دراسة للمقرر وتحليل حجم الطلب على المنتج الجديد	F
280.8	240	264	240	216	تحليل الفرضيات الأولية وتصنيفها بطريقة التدرج	G
1684.5	1440	1584	1440	1296	اختبار الفرضيات الإحصائية عن التدرج	H
140.4	120	132	120	108	تحليل وتدريب نموذج الأثرية الخاصة بالبرنامج	I
70.2	60	66	60	54	تحليل النموذج من الناحية التقنية للتعلم من المجموعات الفرعية A	J
70.2	60	66	60	54	تحليل النموذج من الناحية التقنية للتعلم من المجموعات الفرعية B	K
70.2	60	66	60	54	تحليل النموذج من الناحية التقنية للتعلم من المجموعات الفرعية C	L
70.2	60	66	60	54	تحليل النموذج من الناحية التقنية للتعلم من المجموعات الفرعية D	M
561.6	480	528	480	432	تحليل الطلب الفردي الخاصة بالبرنامج	N
1123.2	960	1056	960	864	تصميم وتدريب طلب نموذج الأثرية في حالة الزيادة في التكاليف	O
280.8	240	264	240	216	التحليل لوصول نموذج الأثرية	P
70.2	60	66	60	54	تحليل النموذج من الناحية التقنية للتعلم من المجموعات الفرعية C	L
70.2	60	66	60	54	تحليل النموذج من الناحية التقنية للتعلم من المجموعات الفرعية D	M
561.6	480	528	480	432	التحليل لطلب النموذج الفردي الخاصة بالبرنامج	N
280.8	240	264	240	216	تصميم وتدريب طلب نموذج الأثرية في حالة الزيادة في التكاليف	O
1123.2	960	1056	960	864	التحليل لوصول نموذج الأثرية	P
0	0	0	0	0	تدريب تدريبي	Dum3

(1) فرق التكاليف مثل الوقت المتوقع بحدود خمسة في المائة على الأقل (1.17) (1.17) على أقل منها بحدود 1.23) (1.23) نقطة.

جدول رقم (4-5) الذي يوضح الأرمنة الاحتمالية الثلاث وحساب الوقت المتوقع والوقت الحقيقي

[illegible]



C.P. Duration = 4498.525 minit = 10 day

(المسار الحرج لنموذج مقترح لتصميم بدلة رجالية وفق أسلوب PERT)

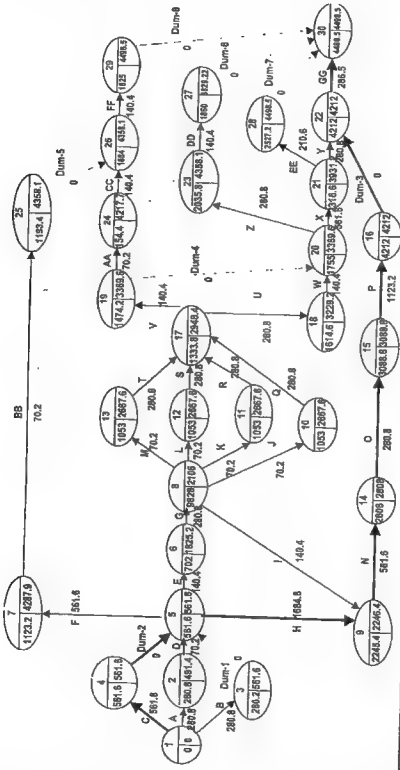
في ضوء ما تقدم من بيانات يمكن استخدام التباين (Variance) للأنشطة الحرجة لمعرفة الاحتمالات المختلفة لإنجاز المشروع بأزمنة قد تختلف عن الزمن المتوقع الوارد ذكره أعلاه في الشكل الذي يعبر عن المسار الحرج، والتباين يحسب وفق العلاقة التالية:

$$V = \sigma^2 = \left(\frac{t_3 - t_1}{6} \right)^2$$

وعلى أساس هذه العلاقة يتم حساب قيم التباين في الأزمنة الاحتمالية للأنشطة الحرجة الواقعة على المسار الحرج وذلك كما هو واضح في الجدول رقم (5-5) :

الاجزاء	Op.	MO.	Pess.	(Mean) $M = \frac{Op.+4.ML+Pess}{6}$	$6 = \frac{Pess-Op.}{\sigma}$	σ^2
1-4	432	480	528	480	16	256
4-5	0	0	0	0	0	0
5-9	1296	1440	1584	1440	48	2304
9-14	432	480	528	480	16	256
14-15	216	240	264	240	8	64
15-16	864	960	1056	960	32	1024
16-22	0	0	0	0	0	0
22-30	252192	22922				

جدول (5-5) قيم التباين للأشطة الحرجة على المسار الحرج



شكل (21) مخطط شبكي بأسلوب PERT النموذج مقترح تصميم بنية رجالية

ان حاصل الزمن المتوقع للنشاط والتباين على طول المسار الحرج يمكن صياغته على شكل توزيع طبيعي للفترات الزمنية للمشروع بمتوسط إنجاز (M) وانحراف معياري (δ) حيث سوف يستخدم هذا التوزيع للاحتمالات المطلوبة، حيث أن:

$$\sum \delta^2 = 3962.396$$

$$TD = \sum \delta^1 + \sum \delta^2 + \sum t_i$$

حيث أن TD تمثل الفترة الزمنية المحتملة لإنجاز المشروع، عليه فإن:

$$TD = 127.640 + 3962.369 + 4498.525$$

$$TD = 8588.534 \text{ (دقيقة) الفترة الزمنية المحتملة لإنجاز المشروع}$$

ولاستخراج قيمة (Z) نستخدم العلاقة الرياضية التالية:⁽¹⁾

$$Z = \frac{TD - M}{\sum \delta^1}$$

$$Z = \frac{8588.534 - 4498.525}{127.640} = \frac{4090.009}{127.460}$$

$$Z = 32.043317 \text{ وحدة معيارية}$$

(1) الرمز TD يعبر عن نفس معنى X الذي هو الوقت المحتمل للإنجاز، أي: حيث أن ($Sr = \sum \delta$) .

الفصل السادس

PERT / Time- COST أسلوب في الرقابة على تنفيذ المشاريع

لتوضيح فكرة هذا الأسلوب واستخداماته في الواقع العملي، لا بد من تقديم مفهوم لهذا الأسلوب وعلاقته وطبيعة انتمله إلى أسلوب PERT مع بيان استخداماته وفوائده في الواقع العملي لإدارة وتنفيذ المشاريع المختلفة.

1.6 - المفهوم والاستخدامات:

في الفصل السابق لاحظنا أن تطبيق أسلوب PERT كان مقتصرًا على عملية التخطيط والرقابة على استغلال الوقت الممنوح، وذلك مع الأخذ بنظر الاعتبار الأزمنة الاحتمالية للإنجاز، حيث يركز متخذ القرار في هكذا نوع من التطبيقات على ما يلي:

- آخر وقت مسموح به لإنجاز المشروع.

- الاحتياطات الزمنية والتحليلات المرتبطة بها.

- الوقت المتوقع للإنجاز.

وعلى هذا الأساس أصبح أسلوب PERT مرتبطًا بالدرجة الأساس بآزمونة إنجاز المشروع وتحليلاتها، لذلك في هكذا نوع من المشكلات أصبح يعرف بـ PERT/Time، وذلك بسبب أهمية الوقت في عملية التنفيذ من أجل تفادي الوقوع تحت طائلة المسؤولية عند عدم الإيقاد بالمدة الزمنية المحددة بعقود إنجاز المشاريع .

وقد أثار أسلوب (PERT/Time) مخاوف الكثيرين من المهتمين في مجال إدارة وتنفيذ المشاريع، على اعتبار أن الاهتمام بعامل واحد قد يؤدي إلى عدم الاهتمام بالعوامل الأخرى، لذلك فقد تم إضافة أسلوب (PERT/Cost) إلى أسلوب (PERT/Time) من أجل تمكين متخذ القرار في إدارة المشروع من مقارنة الوقت الفعلي بالوقت القياسي والتكلفة الفعلية بالتكلفة القياسية، ويذهب المهتمين بالعلوم المحاسبية والكفوية إلى تفسير أهمية هذه الخطوة في دمج الكلفة مع الوقت إلى اختلاف مستويات الاتفاق وبالتالي النتائج المالية في

ظل اختلاف الأداء واختلاف الأرمئة المختصرة للإجاز **Crashing Time** عن الأرمئة العادية **Normal Time**، حيث أن الأولى تحتاج إلى موارد مادية أكثر من الثانية جراء الاختصار في الوقت، وهذا يعني رفع معدلات الكلفة والإنفاق، ومن هنا جاء الاهتمام بأسلوب **(PERT/Cost)**، ولا يقتصر الاهتمام بالمسار الحرج فقط في عملية حساب الكلفة، كما هو الحال في أسلوب **(PERT/Time)**، الذي يكون فيه وقت المسار الحرج هو الأساس في التحليلات الزمنية، بل يتعدى الاهتمام في ذلك ليصل إلى كافة أنشطة المشروع، لأن تكاليف تنفيذ المشروع، تتضمن تكاليف كل الأنشطة ولا تقتصر على الأنشطة الواقعة على المسار الحرج، لذلك فإن تحليل انحرافات التكاليف الفعلية عن التكاليف القياسية لا يجب أن تقتصر على الأنشطة الحرجة فقط، بل يجب أن يشمل جميع الأنشطة في المشروع.

استناداً إلى ما تقدم من مبررات اللجوء إلى الكلف **Costs** فقد بدأ التأكيد على استخدام أسلوب **(PERT/Cost)** في الفترة الواقعة بين (1959-1962) من قبل بعض وكالات الحكومة الأمريكية المتمثلة بدائرة الدفاع (**Department of Defense DOD**) وإدارة الفضاء والطيران المحلي (**NASA**) وقد أصبح في عام أو منتصف عام (1963) استخدام **(PERT/Cost)** مطلباً في الأبحاث العسكرية الرئيسية والهامة وفي تطوير المشاريع المدنية المختلفة.

ويعتبر أسلوب **(PERT Time -Cost)** إلى جانب أسلوب **(CPM)** من الأساليب الهجينة التي يستفاد منها في مجالات كثيرة، وبالتحديد في مجال إدارة المشاريع، حيث تم توظيف هذه الفكرة في مجال الرقابة على المشاريع الإنشائية في شركة **(M.W.Kellogg)** وهي شركة متخصصة في مقاولات الإنشاءات الخاصة بهندسة أبنية البترول والمشتقات البترولية المعقدة

(البتروكيماويات)، حيث استطاعت أن تختصر الأعمال التي تستوجب وقت يمتد لساعات طويلة إلى دقائق محدودة من خلال اللجوء إلى المبادلة بين الوقت والكلفة واستخدام البرمجة في تحليل الوقت والتكاليف المرتبطة بالمشروع، وأخيراً لا بد من الإشارة إلى حقيقة مهمة في استخدامات هذا الأسلوب وكيفية أداء دورة كالأداة رقابية على الكلفة والوقت في أن جميع الأنشطة في المشروع قد تم تحديدها وإنجازها ضمن التسلسل الذي جدولت فيه، وتحقق هذه الرقابة الفاعلة على الكلفة والوقت، عندما تتحقق العناصر التالية في مرحلة التخطيط للمشروع:

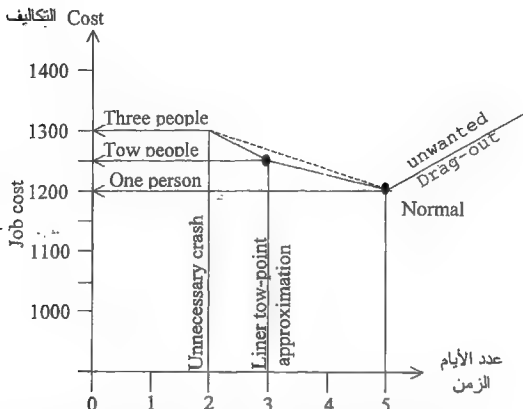
- 1-تحديد أهداف المشروع بشكل واضح.
 - 2-تحديد نشاطات أو فعاليات المشروع وفق تسلسل منطقي.
 - 3-بناء علاقات الأسبقية (Precedence) بين الأنشطة.
 - 4-تقدير الوقت والكلفة لكل نشاط في المشروع.
 - 5-تحديد زمن إنجاز المشروع المتوقع.
 - 6-مقارنة أهداف المشروع المجدولة.
 - 7-تحديد الموارد المادية اللازمة لإنجاز الأهداف.
- وفي الفقرة التالية سوف يتم توضيح الأساس الفكري للمبادلة بين الكلفة والوقت وأهميتها لأغراض إنجاز المشروع.

2.6 الأساس الفكري للمبادلة (Tradeoff) بين الكلفة والوقت.

لو فرضنا أن هنالك عمل إنشائي معين يتمثل في نقل مواد بناء من موقع إلى آخر، حيث أن تكليف عامل واحد بهذه المهمة سيؤدي الأمر إلى إنجازها في خمسة أيام وبكلفة 1200 وحدة نقدية، في حين لو تم تكليف اثنين من العمال بهذه المهمة ذاتها سوف تنجز في ثلاثة أيام ولكن مع زيادة في

الكلفة بحيث تصل إلى 1250 وحدة نقدية، أما لو تم تكليف ثلاثة عمال بهذه المهمة، فبأنها سوف تنجز في يومين وهذا الأمر سوف يرفع تكاليف العمل إلى 1300 وحدة نقدية جراء تشغيل العامل الإضافي الثالث، أن هذه الفكرة تتضح من خلال الشكل رقم (6-1) والذي يعرض العلاقة البيانية التبادلية بين التكاليف والزمن، ومن هذا الشكل والتحليل الوارد أعلاه يتم استنباط الأساس الفكري للمبادلة بين الكلفة والوقت، حيث أن التوجه العام في هذا الصدد هو تندية التكاليف إلى أدنى مستوى ممكن و ذلك من خلال استخدام أسلوب PERT Time -Cost ويتطلب الأمر هنا تحليل التكاليف الكلية الخاصة بالمشروع والمتمثلة في مجموع التكاليف المباشرة وغير المباشرة، حيث أن التكاليف المباشرة تتضمن (العمل، المواد، وأي تكاليف تتصل مباشرة بأنشطة المشروع)، أما التكاليف غير المباشرة فهي تتكون من التكاليف الإدارية المالية والإندشارت وأي تكاليف متغيرة يمكن تجنبها من خلال تقليل الوقت الكلي للمشروع.

شكل رقم (6-1) العلاقة بين التكاليف والزمن (الإتفاق على العاملين في وحدة الزمن)⁽¹⁾



إن أهمية هذين النوعين من التكاليف مختلفة، حيث أن للنوع الأول أهمية أكبر من النوع الثاني وذلك بسبب الأهمية النسبية الأكبر للتكاليف المباشرة على الغير مباشرة، ولهذا السبب نجد أن كافة التحليلات الكلفوية في أسلوب PERT/Time-Cost تركز على التكاليف المباشرة (Direct Cost) حيث تقسم هذه التكاليف إلى نوعين: وهي كما يلي:

1- تكاليف اعتيادية Normal costs .

(1) للمزيد من التفاصيل راجع :

Robert A. Dunn & Kenneth D. Ramsing (Management science/ A practical Approach to Delision Making) 1991 P: (353) .

2- تكاليف معجلة Crash costs.

إن هذه التقسيم للتكاليف يرتبط بكافة أنشطة المشروع، لذلك فإن هذه الفكرة سوف يترتب عليها تقسيم للوقت أيضا وكما يلي:

1- الوقت الاعتيادي Normal Time.

2- الوقت المعجل أو المضغوط أو المختزل Crash Tim.

الوقت الاعتيادي يعني ذلك الوقت اللازم لإنجاز النشاط في ظل الظروف الاعتيادية، من حيث أن النوع الثاني يعني أقصر وقت ممكن لإنجاز النشاط، وترتبط هذه الأوقات مع التكاليف الوارد ذكرها أعلاه بعلاقة يمكن التعبير عنها رياضيا وببساطة. ومن أجل توضيح العلاقة رياضياً، يتطلب الأمر في البداية وضع مجموعة من الرموز التي من شأنها أن تؤدي إلى صياغة العلاقات الرياضية اللازمة لذلك وهذه التعاريف هي:

← n	اعتيادي	Normal
← C	مضغوط أو معجل	Crash
← Δ	درجة التغير.	

لذلك فإن:

$$\leftarrow t_{ij}^n \text{ زمن استغرق النشاط الاعتيادي (n) الواقع بين حدث البداية (i)}$$

وحدث النهاية (j).

$$\leftarrow t_{ij}^c \text{ زمن استغرق النشاط المعجل (c) الواقع بين حدث البداية (i)}$$

وحدث النهاية (j).

$$\leftarrow K_{ij}^n \text{ التكاليف المباشرة الاعتيادية (n) للنشاط الواقع بين حدث البداية}$$

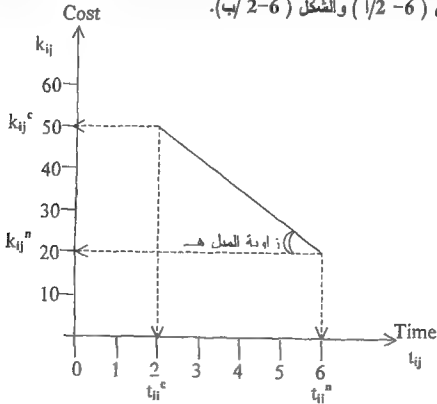
(i) وحدث النهاية (j).

وحدث النهاية (j). K_{ij}^c ← التكاليف المباشرة المعجلة (c) للنشاط الواقع بين حدث البداية (i)

S ← الميل (مقياس أو معامل زيادة الكلفة في وحدة الزمن).

S_{ij} ← درجة الميل (علماً بأن الزاوية التي تعبر عن درجة الميل هي هـ)

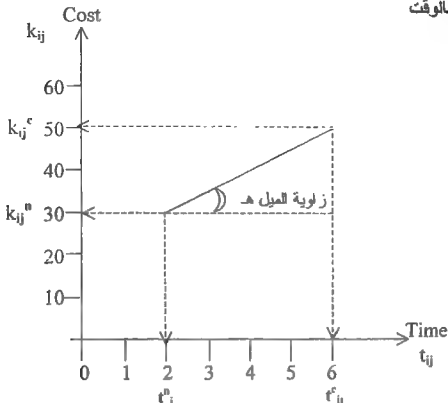
على أساس ما تقدم يتم تنظيم المنحنيات البيانية التي تعبر عن التكاليف المباشرة (Direct Cost) والتكاليف غير المباشرة Indirect Cost وعلاقتها مع الوقت في الحال الاعتيادية وحالة التعجيل كما هو واضح في الشكل (6 - أ) والشكل (6 - ب).



لشكل (6 - أ) منحني التكاليف المباشرة Direct Costs وعلاقته بالوقت

الشكل رقم (6-2/ب) منحنى التكاليف غير المباشرة Indirect Costs

وعلاقته بالوقت



من الأشكال السابقة يتضح ما يلي:

ظل الزاوية هـ = مقدار الميل للمنحنى

ظل الزاوية هـ = درجة ميل المنحنى $\left[\frac{\text{تكلفة}}{\text{زمن}} \right]$

ظل الزاوية هـ = درجة ميل المنحنى $\left(\frac{\text{تكلفة Cost}}{\text{الزمن Time}} \right)$

$$\Delta K_{ij} = \frac{\text{التغير في الكلفة}}{\text{التغير في الزمن}} \quad \leftarrow \text{درجة الميل للمنحنى} \quad \text{ظل الزاوية هـ}$$

أي أن :

$$\frac{\Delta k_{ij}}{\Delta t_{ij}} = \text{درجة الميل للمنحنى} \leftarrow \text{ظل الزاوية}$$

وإذا علمت أن:

$$\frac{\text{التكاليف العجلة} - \text{التكاليف الاعتيادية}}{\text{الزمن الاعتيادي} - \text{الزمن العجل}} = \frac{\text{التغير في الكلفة}}{\text{التغير في الوقت}}$$

فإن بالإمكان التعبير عن ذلك كما يلي:

$$S_{ij} = \frac{\Delta k_{ij}}{\Delta t_{ij}} = \frac{\text{Crash Cost } (k_{ij})^c - \text{Normal Cost } (k_{ij})^n}{\text{Normal time } (t_{ij})^n - \text{Crash time } (t_{ij})^c}$$

وإذا علمت أن:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta k_{ij}}{\Delta t_{ij}} &\leftarrow S_{ij} \\ \left[\frac{k_{ij}^c - k_{ij}^n}{t_{ij}^n - t_{ij}^c} \right] &\leftarrow \Delta K_{ij} \\ \frac{n}{t_{ij}^n - t_{ij}^c} &\leftarrow \Delta t_{ij} \end{aligned}$$

$$S_{ij} = \frac{k_{ij}^c - k_{ij}^n}{t_{ij}^n - t_{ij}^c} = \frac{\Delta k_{ij}}{\Delta t_{ij}} \quad \text{عليه فإن:}$$

$$t_{ij}^c \leq t_{ij} \leq t_{ij}^n$$

على أساس ما تقدم من العلاقات الرياضية تتم عملية المبادلة (Trade off)

بين الكلفة والوقت لأنشطة المشروع المختلفة مع التأكيد على الدرجة منها.

إن تطبيق واستخدام العلاقات الرياضية أعلاه يتم وفق تنسيق متوازن

وقواعد ثابتة وذلك على النحو التالي:

أولاً: إنجاز حساب الأرمنة المبكرة والمتأخرة لأنشطة المشروع من خلال الحسابات الأمامية والخلفية مع تحديد المسار الحرج الأساسي والأنشطة الحرجة الأخرى.

ثانياً: حساب الكلفة المختزلة لكل فترة زمنية ولجميع الأنشطة في المشروع ومن ثم يتم تعيين درجة ميل التكاليف المباشرة لنشاطات المشروع والتي تساوي مقدار المبالغ الإضافية المطلوبة للتعجيل بزمان النشاط بوحدة زمنية واحدة (يوم، أسبوع، شهر الخ).⁽¹⁾

ثالثاً: تجري عملية التعجيل التدريجي لنشاطات المشروع (تقليص مدة المشروع وحده زمنية واحدة في كل مرة) ومن ثم حساب التكاليف المباشرة للمشروع حسب الوحدات الزمنية خلال فترة التعجيل التدريجي وفقاً للقواعد التالية:

- 1- يتم البدء بتعجيل أرمنة النشاطات الحرجة.
- 2- يتم تعجيل النشاطات التي لها أقل درجة ميل للتكاليف.
- 3- في حالة وجود أكثر من مسار حرج فإن أولوية التعجيل تكون لأحد البديلين التاليين:

- أ- التعجيل بزمان نشاط مشترك (إن وجد) بين المسارات الحرجة.
- ب- التعجيل بزمان نشاط غير مشترك وذلك من كل مسار بنفس الوحدات الزمنية.

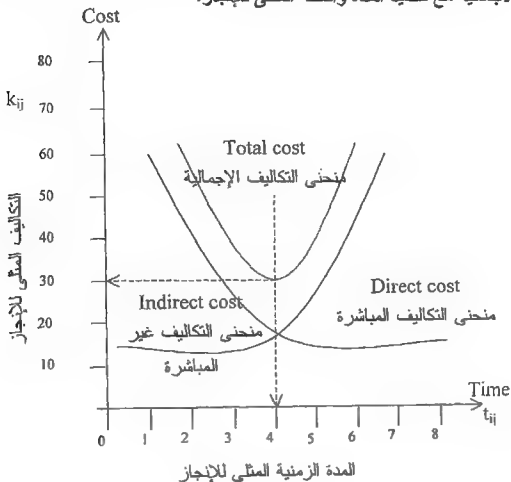
(1) إن التكاليف المباشرة تتحكم بشكل مباشر في تنفيذ الأنشطة المختلفة في المشروع وذلك مثل (أجور الأيدي العاملة، وكلفة تشغيل المكائن، المواد الأولية، الطاقة ... الخ) أما بالنسبة للتكاليف غير المباشرة فإنها تحمل على المشروع بشكل إجمالي في الحسابات النهائية، مع العلم إن كل نشاط يتأثر حصصه منها وهي تشمل (رواتب، الموظفين، الماء، الكهرباء، الأبحاث الخ).

رابعاً: يجري التأكيد من أن المسار الحرج ما زال حرجاً، لأن تخفيض وقت الأنشطة الواقعة عليه تغير من طبيعة الموقف، حيث قد تجعله غير حرج وتظهر بالتالي مسارات حرجه جديدة على شبكة المشروع.

خامساً: حساب إجمالي التكاليف غير المباشرة وذلك طبقاً للوحدات الزمنية المعتمدة في المشروع وبالتحديد خلال فترة الإسراع التدريجي وتحديد المبالغ التي سوف تتحقق على إدارة المشروع عند تأخر إنجاز المشروع عن الموعد المقرر أو تحديد الفوائد والامتيازات المادية التي تستحقها الإدارة المذكورة عند إنجاز المشروع قبل مواعده المقرر، كما ويفترض أن تحدد التكاليف غير المباشرة عند المشروع بتنفيذ المشروع كعامل إضافي يساعد في حسابات المبادلة بين الكلفة والوقت.

سادساً: تحديد مدة إنجاز المشروع التي يكون عندها مجموع التكاليف المباشرة وغير المباشرة أقل ما يمكن كما هو واضح في الشكل رقم (6-3).
من أجل توضيح فكرة هكذا نوع من الأساليب ((PERT Time-Cost))
تعتمد أحد الأمثلة التطبيقية المستمدة من الواقع العملي وكما هو وارد أدناه.

شكل رقم (3-6) العلاقة بين التكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف الاجمالية مع تحديد المدة والكلفة المثلى للإنجاز.



مثال رقم (1): إحدى المنشآت الإنتاجية ترغب في إقامة مشروع معين لذلك اتفقت مع أحد المقاولين لتنفيذه، ومن دائرة الحسابات (قسم محاسبة الكلفة) في المشروع تم الحصول على البيانات التالية:

1- يتم تنفيذ المشروع بصيغة عقد مقاوله تترتب عليه غرامات وحوافز.

2- البيانات الخاصة بالمشروع هي كما يلي:

جدول رقم (6-1) بيانات المشكلة (المبالغ بالآلاف)

النشاط Activity Cost	الاحداث		الانجاز الاعتيادي n		الانجاز المعجل C	
	السابق	اللاحق	Time (Week)	Cost (Dinar)	Time (Week)	Cost (Dinar)
A	1	→2	12	600	7	800
B	1	→3	7	500	6	590
C	1	→4	10	1000	7	1240
D	2	→3	0	000	0	000
E	2	→6	9	1000	5	1300
F	3	→5	8	800	6	1000
G	4	→5	8	400	7	450
H	5	→6	11	800	9	1040
			65	5200	47	6420

3- إذا علمت أن رب العمل (إدارة المنشأة الإنتاجية) تفرض على المقاول 50 دينار عن كل تأخير وتمنح فائدة مقدارها 50 دينار كمحفزات عمل عن كل يوم تعجيل، وقد علمت أيضاً أن التكاليف غير المباشرة في خط المشروع هي 1550 دينار.

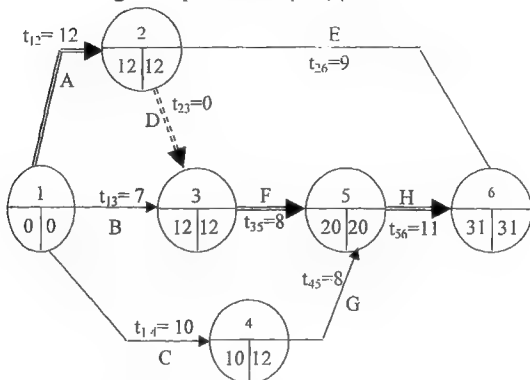
4- إن كلفة التعجيل للأنشطة المختلفة في المشروع تم التعبير عنها من خلال درجة ميل التكاليف وذلك كما هو واضح في الجدول رقم (6-2) :

جدول رقم (6-2) تعجيل الأنشطة ودرجة ميل التكاليف

النشاط Activity	الأحداث		فترة للتعجيل (أسبوع)	درجة ميل التكاليف (دينار)
	السابق	اللاحق		
A →	1	2	5	40
B →	1	3	1	90
C →	1	4	3	80
D →	2	3	0	0
E →	2	6	4	75
F →	3	5	2	100
G →	4	5	1	50
H →	5	6	2	70

المطلوب: اتخاذ القرار الذي على أساسه يتم تحديد فترة الإنجاز المثلى والتكلفة المثلى للمشروع بالاعتماد على المخططات الشبكية والرسوم البيانية .
الحل: إن حل هذه المشكلة يبدأ من خلال رسم الشكل الذي يمثل المخطط الشبكي للمشروع بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (6-1) وذلك بعد أن تم حساب الأوقات المبكرة (ET) والأوقات المتأخرة (LT) وتحديد المسار الحرج (C.P.M) وذلك كما هو واضح في الشكل رقم (6-3) التالي:

الشكل رقم (3-6) المخطط الشبكي للمشروع:



إن المسار الحرج الرئيسي من الشكل السابق هو:

$A \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow H$

يوم $12 + 0 + 8 + 11 = 31$

الخطوة التالية من الحل:

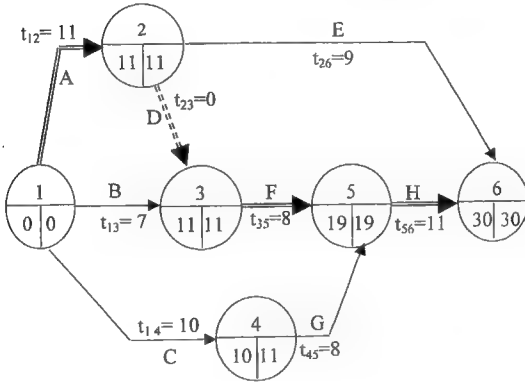
نبدأ بالعمليات الحسابية الكلفوية وذلك بالنسبة لأول نشاط في الشبكة وهو النشاط A وتتناول هذه العمليات الحسابية تحديد ومقارنة درجة الميل طبقاً لما هو وارد في الجدول رقم (2-6). ومنه يتضح أن النشاط A له أقل درجة ميل للتكاليف (40 دينار باليوم) لذلك نبدأ بالتعجيل بإيجازه حيث أن فترة التعجيل تبلغ 5 يوم حيث أن:

12 يوم المدة الأصلية

7 يوم (المدة المعجلة) { لذلك فإن فترة التعجيل تبلغ 5 يوم

لذلك نبدأ بالتعجيل بشكل تدريجي ويكون التعجيل ليوم واحد فقط أي يكون زمن النشاط 11 يوم وكما هو واضح في الجدول رقم (3-6) الوارد في نهاية الحل والشكل رقم (5-6) أدناه .

الشكل (5-6) تعجيل النشاط A ليوم واحد



من الشكل رقم (5-6) يتضح أن المسار الحرج الرئيسي هو:

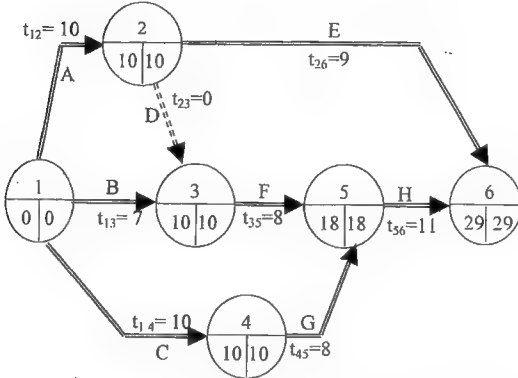
A → D → F → H

11 + 0 + 8 + 11 = 30 يوم

وهذا يعني بقاء المسار الحرج مع اختلاف مدته من 31 يوم إلى 30 يوم.

الخطوة التالية هي البدء بتعجيل زمن النشاط A يوم آخر بحيث يصبح زمن النشاط (10) يوما وكما هو واضح في الجدول رقم (3-6) والشكل رقم (6-6).

الشكل رقم (6-6) تعجيل النشاط A ليوم واحد فقط



ومن الشكل رقم (6-6) يتضح أن المسارات الحرجة هي:

- A → D → F → H
10 + 0 + 8 + 11 = 29
- C → G → H
10 + 8 + 11 = 29
- B → F → H
7 + 8 + 11 = 26
- A → E
10 + 9 = 19

ومن الشكل (نفسه يتضح لنا أيضا أن هناك اثنين من المسارات الحرجة متساويين بالأرمئة وهو 29 يوم لكل منهما وهما:

$$A \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow H$$

$$10 + 0 + 8 + 11 \Rightarrow 29 \quad \left. \vphantom{10 + 0 + 8 + 11 \Rightarrow 29} \right\} \text{المسار الأول}$$

$$C \rightarrow G \rightarrow H$$

$$10 + 8 + 11 \Rightarrow 29 \quad \left. \vphantom{10 + 8 + 11 \Rightarrow 29} \right\} \text{المسار الثاني}$$

ولأجل الإسراع يتجاز المشروع لدينا بديلين وهما:

البديل الأول: الإسراع بزمان إنجاز النشاط A من المسار الأول والنشاط G من المسار الثاني حيث أن لكل من النشاط A والنشاط G أقل درجة ميل للتكاليف في كل مسار حيث أن:

النشاط A ← درجة الميل 40 دينار باليوم الواحد.

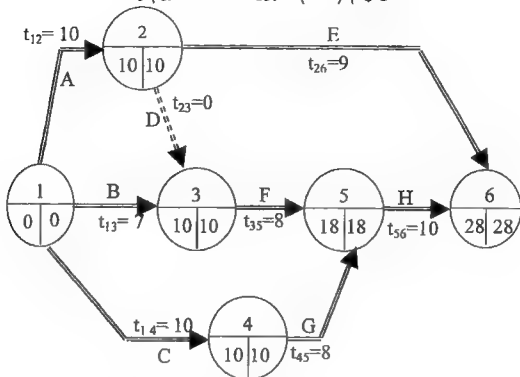
النشاط G ← درجة الميل 50 دينار باليوم الواحد.

السبيل الثاني : الإسراع بزمان إنجاز النشاط H المشترك بين المسارين الحرجين حيث أن:

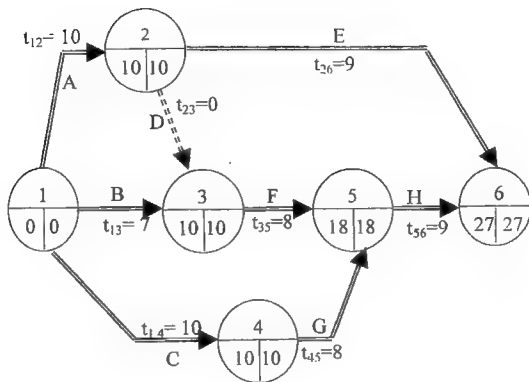
النشاط H ← درجة الميل 70 دينار باليوم الواحد.

وبما أن تكاليف التعجيل للنشاط H من المسار الثاني هي أقل من تكاليف التعجيل للنشاطين G, A (90 = 40 + 50 دينار) لذلك تعطى أولوية التعجيل بزمان النشاط H علما بأن لا يمكن التعجيل بزمان النشاط H لأكثر من يومين وكما هو واضح في الشكل رقم (6-7) والجدول رقم (6-3).

الشكل رقم (7-6) تعجيل النشاط H ليوم واحد



ومن الشكل أعلاه يتضح أن التعجيل بزمن النشاط H يوم واحد يصبح الزمن الكلي للمسار الحرج الرئيسي هو 28 يوم. ونستمر بعملية التعجيل لهذا النشاط H يوم آخر وكما في الشكل رقم (8-6) والجدول رقم (3-6).



الشكل رقم (6-8) تعجيل النشاط H يوم واحد

نوع النشاط	مدة النشاط	1		2		3		4		5		6		7		8	
		Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost
A	40	12	600	11	140	10	180	10	680	9	720	8	760	*7	800	*7	800
B	90	7	500	7	500	7	500	7	500	7	500	7	500	7	500	7	500
C	80	10	1000	10	1000	10	1000	10	1000	10	1000	9	1080	8	1160	*7	1240
D			0														
E	75	9	1000	9	1000	9	1000	9	1000	9	1000	9	1000	9	1000	9	1000
F	100	8	800	8	800	8	800	8	800	8	800	8	800	8	800	*7	900
G	50	8	400	8	400	8	400	*7	450	*7	450	*7	450	*7	450	*7	450
H	70	11	900	11	900	10	970	*9	1040	*9	1040	*9	1040	*9	1040	*9	1040
المجموع			\$200		\$240		\$280		\$320		\$350		\$380		\$420		\$450

جدول رقم (3-6) كشف تفصيلي بالتكاليف المباشرة في حالة التعجيل التدريجي

وهكذا تستمر عملية الضغط للكلف وفق نفس المبدأ حيث ننقل بعد ذلك إلى النشاطات الأخرى التي لها أقل درجة ميل وبذلك يكتمل بناء الجدول رقم (3-6) عند اليوم (23) الذي هو أدنى وقت يمكن تقليص مدة المشروع إليها.

والخطوة التالية يتم تنظيم كشف محاسبي بالتكاليف المباشرة والتكاليف غير المباشرة والتكاليف الكلية مع تحديد الكلفة المثلى وكما في الجدول رقم (4-6).

جدول رقم (4-6) كشف محاسبي بالتكاليف المباشرة والتكاليف غير المباشرة والتكاليف الكلية مع تحديد للكلفة المثلى.

الوقت Time	31	30	*29	28	27	26	25	24	23
الكلفة Cost									
تكاليف مباشرة Direct Cost	5200	5240	5280	5350	5420	5510	5630	5750	5930
تكاليف غير مباشرة In Direct Cost	1550	1550	1450	1400	1350	1300	1250	1200	1150
التكاليف الكلية Total Cost	6750	6740	6730	6750	6770	6810	6880	6950	7080

ومن الجدول أعلاه يتضح أن الزمن الأمثل لإنجاز المشروع هو 29 يوم حيث عنده تكون التكاليف الكلية أقل ما يمكن وهي 6730 دينار.

6. 4. حالات دراسية مختلفة

فيما يلي حالات دراسية تتعلق بدراسة وتحليل المشاريع مستمدة من الواقع العملي لبعض المنشآت الإنتاجية وذلك كما هو وارد أنلاده.

حالة دراسية رقم 1 Case study no 1.

متخصص بصناعة الألبسة ينتج أنواع مختلفة من الألبسة الرجالية، قرر إنشاء موقع صناعي جديد في من أجل استخدامه في أعمال الصيانة والإدامة وغير ذلك.

وتم تكليف أحد المقاولين المحليين بمهمة تنفيذ الموقع الصناعي المذكور. وقد باشر بالمشروع اعتباراً من 1997/1/1.

البيانات المتعلقة بالمشروع تم الحصول عليها من دائرة الحسابات في المعمل المذكور وقد كانت على النحو التالي:

جدول رقم (5-6) البيانات الأساسية للمشروع

النشاط Activity	From To	Normal Time	Crash Time	Slop
A	(1-3)	6	4	80
B	(1-3)	8	4	90
C	(1-4)	5	3	30
D	(2-4)	3	3	0
E	(2-5)	5	3	40
F	(3-6)	12	8	200
G	(4-6)	8	5	50
H	(5-6)	6	6	-

ومن دائرة الحسابات توفر ما يلي:

1: مجموع الكلف الاعتيادية لتنفيذ المشروع 5800 دينار.

2: تتحمل إدارة المشروع تكاليف مباشرة مقدارها 160 دينار عن كل يوم عمل
 علماً بأن خط المشروع كان صفراً.

3: إن درجة الميل تعبر عن الكلفة المباشرة الواجب تحملها فيما لو تم تخفيض
 الزمن وحدة زمنية واحدة.

المطلوب: أحسب أقل كلفة كلية لأقصى وقت ممكن علماً بأن الجواب النهائي:

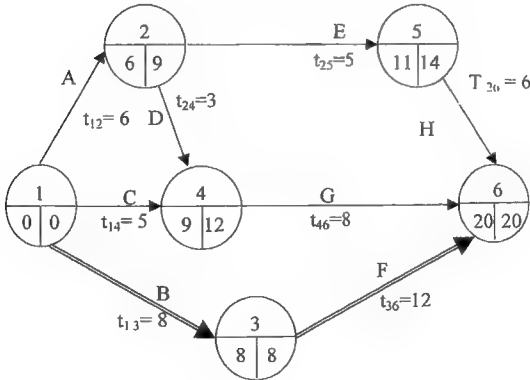
Optimal time = 13

Optimal cost = 9180

الحل :

فسي البداية يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع على أساس البيانات المتوفرة
 في الجدول رقم (6-6) وذلك كما يلي :

الشكل (6-9) المخطط الشبكي للمشروع



من الشكل أعلاه يتضح أن المدة الحرجة لإحجاز المشروع هو 20 يوم، حيث بعدها يعتبر المشروع متأخراً ، وإن المسار الحرج في المشروع المذكور والموضح بالسهم المزدوج (\Rightarrow) في الشكل (6-9) هو كما يلي:

$$B \longrightarrow F$$

$$8 + 12 \Rightarrow 20 \text{ يوم}$$

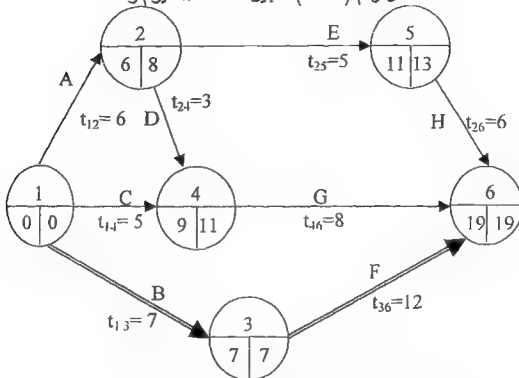
وعلى أساس نفس القواعد التي وردت سابقاً والتي تم تطبيقها في المثال السابق، يتم البدء بتقليص المدة الزمنية وحسب درجة الميل الأقل، ويتضح ذلك من الجدول رقم (6-6) الذي يعرض للقارئ كشف تفصيلي بالتكاليف المباشرة للمشروع في حالة التعجيل التدريجي لأزمة إنجاز الأنشطة في المشروع، ويتضح من الجدول المذكور درجة الميل (Slop) ، ويتم البدء بتعجيل زمن النشاط (B) لكونه واقع على المسار الحرج وهو أقل من حيث درجة الميل في النشاط (F) الواقع على المسار الحرج أيضاً، وهكذا تستمر عملية التعجيل وغدها يتطلب الأمر إعادة رسم المخططات الشبكية وكما يلي:

- | | | |
|------------------------------------|---|--------------|
| تعجيل النشاط B ليوم واحد في كل مرة | { | الشكل (6-10) |
| | | الشكل (6-11) |
| | | الشكل (6-12) |
| | | الشكل (6-13) |

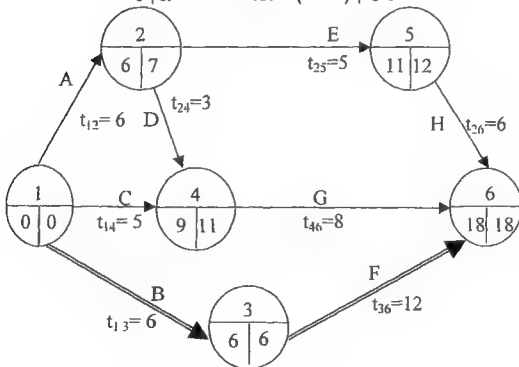
الأحداث Activity	الأحداث From To	درجة قبل Stop	فترة التحويل Time	20	19	18	17	16	15
A	1→2	80	2	6	6	6	6	5	80
B	1→3	90	4	8	7	90	6	5	90
C	1→4	30	2	5	5	5	5	5	5
D	2→4	0	0	3	3	3	3	3	3
E	2→5	40	2	5	5	5	5	5	5
F	3→6	200	4	12	12	12	12	12	11
G	4→6	50	3	8	8	8	8	8	8
H	5→6	0	0	6	6	6	6	6	6
المجموع				5800	5980	5990	6070	6240	6520

جدول رقم (6-6) كشف تفصيلي بالتكاليف المباشرة في حالة التعجيل التدريجي

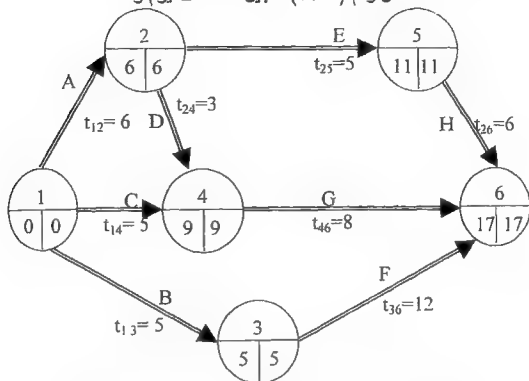
الشكل رقم (6-10) تعجيل النشاط B ليوم واحد



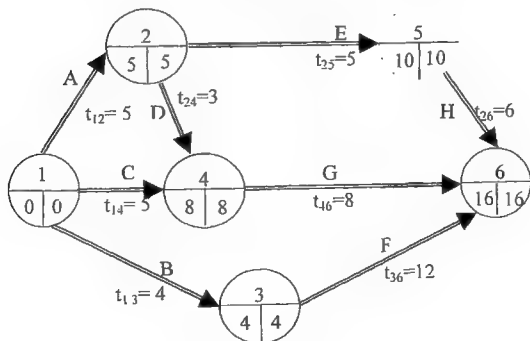
الشكل رقم (6-11) تعجيل النشاط B ليوم واحد



الشكل رقم (6-12) تعجيل النشاط B ليوم واحد

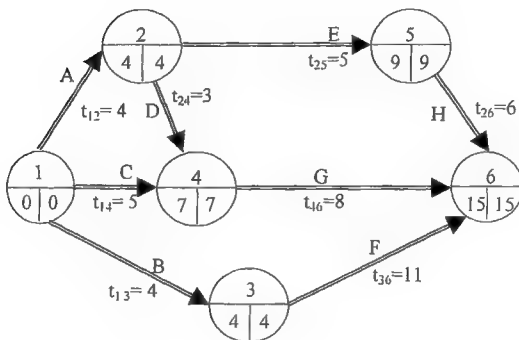


الشكل رقم (6-13) تعجيل النشاط B والنشاط A ليوم واحد



في الشكل (14-6) التالي يتضح ان التعجيل انتقل الى النشاط A حيث لم يعد هناك مدة كافية للتعجيل في النشاط B :

الشكل رقم (14-6) تعجيل النشاط A والنشاط F ليوم واحد



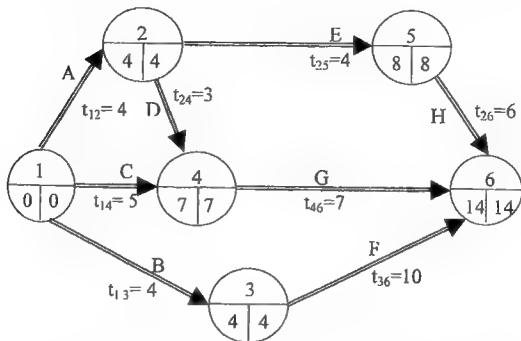
الجدول رقم (6-7) الكشف التفصيلي بالتكاليف المباشرة في حالة التعجيل

التدريجي

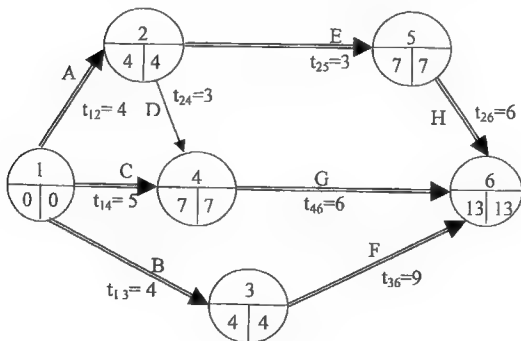
Activity	الأحداث		Slope	فترة التعجيل	14		13	
	From	To			Time	Cost	Time	Cost
A	1	→ 3	80	2	4	—	4	—
B	1	→ 3	90	4	4	—	4	—
C	1	→ 4	30	2	5	—	5	—
D	2	→ 4	—	—	3	—	3	—
E	2	→ 5	40	2	4	40	3	40
F	3	→ 6	200	4	10	200	9	200
G	4	→ 6	50	3	7	50	6	50
H	5	→ 6	—	3	6	—	6	—
				—	—	6810	—	7100

ونفس الشيء بالنسبة للنشاط E والنشاط F الذي يصبح كل منهما حرجاً ويتم تعجيله بمقدار يومين كما هو واضح في الشكل رقم (6-15)، (6-16). وعلى مرحلتين.

الشكل رقم (6-15) تعجيل النشاط E والنشاط F والنشاط G ليوم واحد



الشكل رقم (6-16) تعجيل النشاط E والنشاط F والنشاط G ليوم واحد



وعلى أساس ما تقدم يتم تنظيم الجدول رقم (6-8) الذي يعرض للقراري كشف بالتكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف الكلية مع تحديد الكلف المثلى.

الجدول رقم (6-8) كشف بالتكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف الكلية

مع تحديد الكلف المثلى

الكلف	20	19	18	17	16	15	14	13
الأيام								
Direct cost	5800	5890	5980	6070	6240	6520	6810	7100
In Direct Cost	3200	3040	2880	2720	2560	2400	2240	2080
Total Cost التكاليف الكلية	9000	8930	8860	8790	8800	8920	9050	9180

نلاحظ من الجدول أن أقل كلفة هي (8790) دينار عند اليوم (17) علماً بأن آخر يوم تم الوصول إليه أثناء ضغط أيام المشروع هو اليوم (13) بكلفة كلية مقدارها (9180) دينار.

حالة دراسية رقم (2) Case study no.2

إحدى المنشآت الإنتاجية ترغب في إقامة مشروع يتعلق بتوسيع الطاقة الإنتاجية فيها، وقد توفرت البيانات التالية من هذا المشروع:

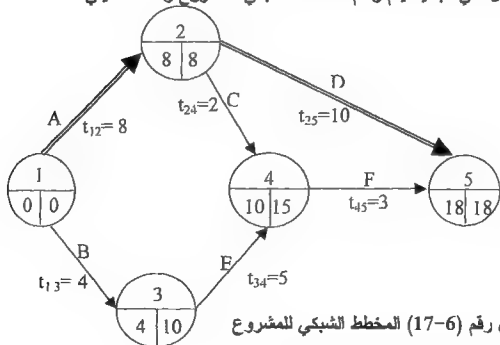
1. التكاليف غير المباشرة عند خط المشروع في عملية التنفيذ هي 500 دينار
2. تحصل إدارة المشروع خصم مقدار 25 دينار عن كل يوم تعجيل في زمن الإنجاز.
3. البيانات المتعلقة بأنشطة المشروع وكذلك ما يتعلق تتضح من خلال الجدول رقم (6-9).

جدول رقم (6-9) للبيانات المتعلقة بالمشروع

Activity	الأحداث		الإيجاز الاعتيادي		الإيجاز المعجل		فترة التعجيل	الميل Sij
	السابق	اللاحق	Time	Cost	Time	Cost		
A	1 → 2	2	8	100	6	200	2	50
B	1 → 3	3	4	150	2	350	2	100
C	2 → 4	4	2	50	1	90	1	40
D	2 → 5	5	10	100	5	400	5	60
E	3 → 4	4	4	100	1	200	4	25
F	4 → 5	5	3	80	1	100	2	10
				580				-

المطلوب: تحديد أقل كلفة كلية ممكنة للإيجاز يصبح عندها الوقت النهائي لإكمال المشروع أقل ما يمكن، وما هي آخر كلفة كلية يمكن أن يصل إليها المشروع خلال مراحل التعجيل.

الحل: في البداية يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع وذلك كما يلي:



الشكل رقم (6-17) المخطط الشبكي للمشروع

إن الكشف التفصيلي للخاص بالتكاليف المباشرة في حالة التعجيل التدريجي هو كما في الجدول رقم (6-10). أما الأشكال التي توضح المخططات الشبكية بعد إجراء عمليات التعجيل التدريجي لكل من النشاط A في البداية ومن ثم النشاط D وأخيراً النشاط F فهي موضحة كما في أرقام الأشكال التالية :-

الشكل رقم (6-18)

الشكل رقم (6-19)

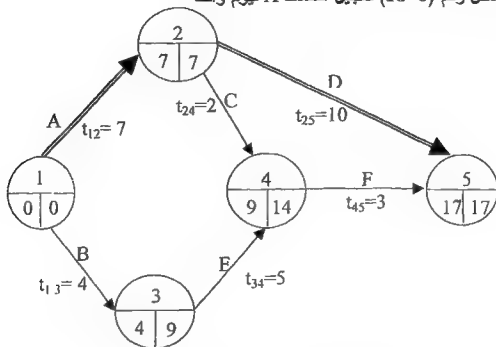
الشكل رقم (6-20)

الشكل رقم (6-21)

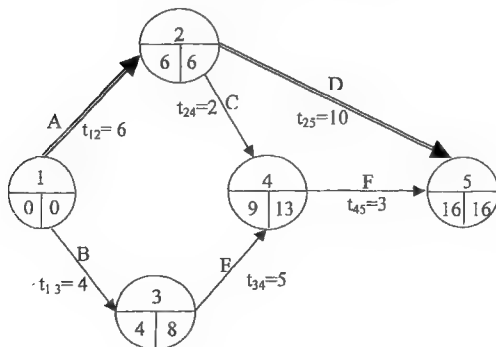
الشكل رقم (6-22)

الشكل رقم (6-23)

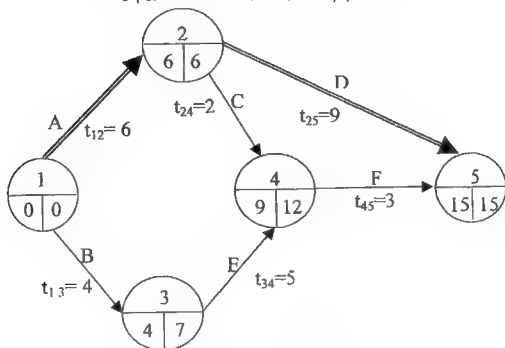
الشكل رقم (6-18) تعجيل النشاط A ليوم واحد



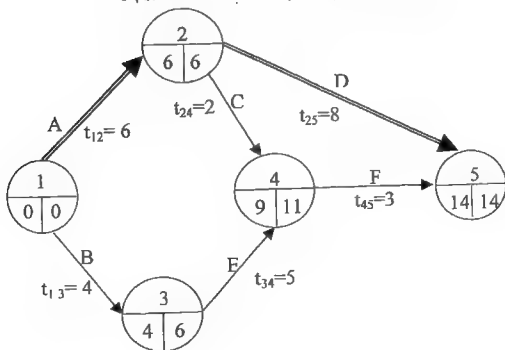
الشكل رقم (6-19) تعجيل النشاط A ليوم واحد



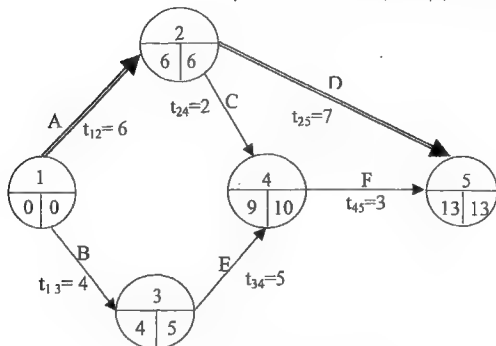
الشكل رقم (6-20) تعجيل النشاط D ليوم واحد



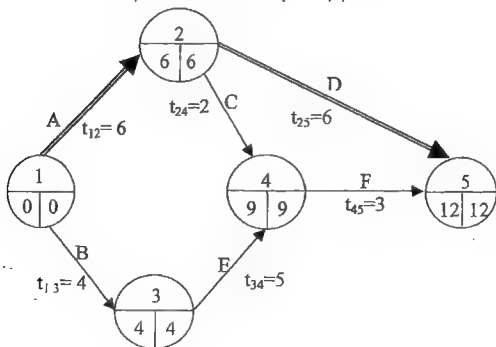
الشكل رقم (6-21) تعجيل النشاط D ليوم واحد



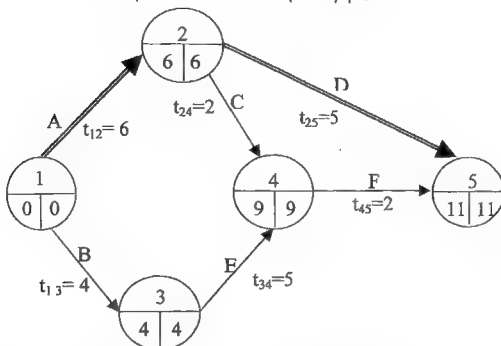
الشكل رقم (6-22) تعجيل النشاط D ليوم واحد



الشكل رقم (6-23) تعجيل النشاط D ليوم واحد



الشكل رقم (6-24) تعجيل النشاط D ليوم واحد



بعد إكمال عمليات التعجيل يتم تنظيم جدول خاص بالتكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف الكلية ، وذلك كما هو واضح في الجدول رقم (6-11) جدول رقم (6-11) كشف بالتكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف الكلية مع تحديد المدة المثلى .

Time \ Cost	18	17	16	15	14	13	12	11
Direct Cost	580	630	680	740	800	860	920	990
In Direct Cost	500	475	450	425	400	375	350	425
Total Cost	1080	1105	1130	1165	1200	1235	1270	1315

نلاحظ من الجدول أعلاه أن أقل تكلفة هي (1080) دينار عند اليوم (18) علما بأن آخر يوم وصلت إليه أثناء ضغط أيام المشروع هو اليوم (11) بكلفة كلية مقدارها (1315) دينار.

إن متخذ القرار يمكنه اللجوء الى بدائل مختلفة تساعده على تقصير واختزال الوقت، وذلك مثل:

1. استخدام أموال إضافية، وذلك لدعم عملية توظيف عاملين جدد أو استخدام مكانن أكثر فاعلية.

2. تعديل بعض احتياجات وخصائص العمل المطلوب إنجازه.

3. الاعتماد على عناصر من الموارد البشرية والمادية ذات كفاءة عالية.

4. تنفيذ بعض الفعاليات بشكل متوازي.

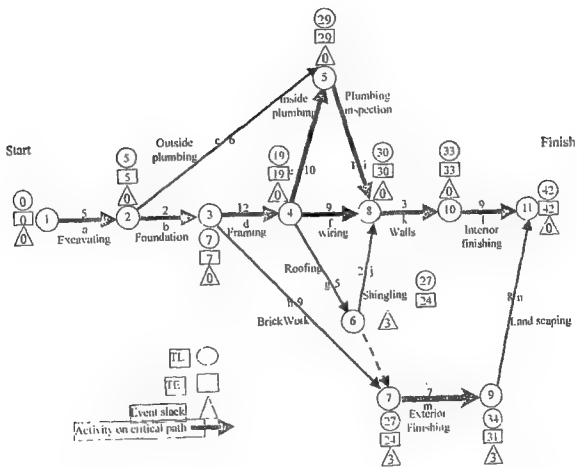
5. تحويل الموارد المادية وغير المادية في الأنشطة والمسارات غير الحرجة إلى الأنشطة والمسارات الحرجة.

إن استخدام (PERT-Time- Cost) يمكن متخذ القرار من خلق بدائل مختلفة، تساعد في اتخاذ القرارات الناجحة في مستويات المشروع المختلفة، وذلك من أجل تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة، بأقل كلفة وأقل الأوقات الممكنة.

Case Study No.3

دراسة حالة رقم 3

إن هذه الحالة تعتمد على نفس بيانات المثال السابق الوارد في الفصول السابقة والشكل رقم (6-25) يمثل المخطط الشبكي للمشروع .



من الشكل السابق يتضح أن وقت المسار الحرج هو (42) وإن هذا الشكل سوف يكون المرتكز الأساسي في عملية المبالغة بين الكلفة والوقت Trade off Cost-Time والتي يطلق عليها أحياناً أسلوب إعادة التخطيط وتسوية الكلف بأسلوب بيرت ، أي:

Replanning and Adjustment with PERT.

ويعتبر هذا الشكل هو القاعدة الأساس في كافة العمليات اللاحقة والتي من شأنها أن تبادل الكلف بالوقت والعكس. ولذلك يطلق على هذا الشكل (25-6) باعتباره الخطة رقم (1) (Plan No.1).

إن البيانات المتعلقة بهذا المثال والذي يوضح الكلف لكل نشاط في حالة النشاط الاعتيادي Regular (والذي سبق أن اسميناه بالمصطلح Normal وكذلك الأنشطة المعجلة Crash ، تتضح من خلال الجدول رقم (6-12) .

جدول رقم (6-12) بيانات المشكلة الكلفوية للأنشطة في حالة التعجيل والحالة الاعتيادية .

الأنشطة Activity	الأرمنة المتوقعة		التكاليف المباشرة		كلفة التعجيل لليوم الواحد
	EXPECTED ACTIVITY TIME		DIRECT COST		Additional Cost Per day
	Regular	Crash	Regular	Crash	Saved
	الاعتيادية	المعجلة	الاعتيادية	المعجلة	
(a) Excavating	5days	4days	\$1,000	\$1,300	\$300
(b) Pour foundation	2	2	500	500	-
(c) Outside Plumping	6	4	900	1,300	200
(d) Framing	12	8	2,400	2,800	100
(e) Inside Plumping	10	7	1,500	2,100	200
(f) Wiring	9	6	1,800	2,250	150
(g) Roofing	5	3	1,000	1,400	200
(h) Brickwork	9	7	1,800	2,150	175
(i) Plumping inspection	1	1	50	50	-
(j) Shingling	2	2	400	400	-
(k) Cover walls	3	2	300	425	125
(l) Interior finishing	9	8	1,500	1,725	225
(m) Exterior finishing	7	5	1,200	1,650	225
(n) Landscaping	8	4	2,000	2,100	25
			\$16,350	\$20,150	

PERT/ Time-COST أسلوب

إن عمليات المبادلة بين الكلفة والوقت تتم على أساس نفس المبادئ والقواعد الواردة ذكرها سابقاً، وبشكل عام يمكن عرض نتائج هذه العمليات الحسابية كما هو واضح في الجدول رقم (6-13)

جدول رقم (6-13) نتائج عملية المبادلة بين الكلفة والوقت

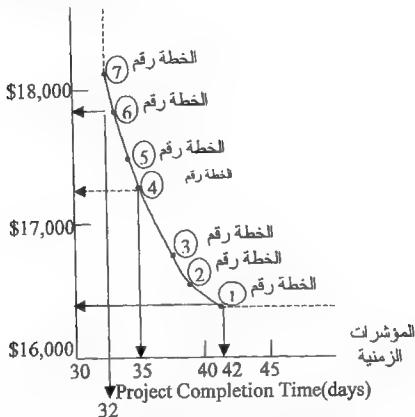
Potential Home-Building Project Plans, Listed in Increasing Order of Additional Cost Per Day Saved

خطة المشروع Project Plan	مجموع التكاليف المباشرة Total Direct Cost	الوقت Project Completion Time	الكلفة الإضافية لكل يوم Additional Cost per Day Saved	المسار الحرج Critical Path
1	42 days	\$16.350	None	a-b-d-e-i-k-l
2	38	16.750	D by 4 days	a-b-d-e-i-k-l
3	37	16.875	K by 1 day	a-b-d-e-i-k-l
4	35	17.275	E by 2 days	a-b-d-e-i-k-l
				a-b-d-f-k-l
				a-b-d-g-m-n
5	34	17.525	I by 1 day	a-b-d-g-k-l
			N by 1 day	a-b-d-e-i-k-l
				a-b-d-e-i-k-l
6	33	17.825	A by 1 day	a-b-d-e-i-k-l
				a-b-d-f-k-l
				a-b-d-g-m-n
			E by 1 day	a-b-d-e-i-k-l
7	32	18.200	F by 1 day	a-b-d-f-k-l
			N by 1 day	a-b-d-g-m-n
			375	

من الجدول رقم (6-13) يتضح ان عملية ضغط الكلفة والوقت بشكل متسلسل ومنظم سوف يؤدي في النهاية إلى ظهور مسارات حرجة جديدة وفي بعض الحالات قد لا يؤدي الأمر إلى ظهور مسارات حرجة جديدة أي تبقى الحالة كما هو واضح من الجدول السابق حيث نلاحظ ان المسارات الحرجة الأربع الأولى بقيت كما هي رغم أن وقت المسار الحرج قد انخفض من 42 يوم إلى 38 يوم و37 يوم لغاية 35 و 32 يوم على التوالي. وان كل حالة من هذه الحالات يطلق عليها خطة المشروع Project Plan، ويلاحظ من الجدول أعلاه ان هنالك سبعة خطط. وهذه الخطط السبعة تربط بين المؤشرات الزمنية والمؤشرات الكلفوية كما هو واضح من الشكل رقم (6-26) ان كل واحدة من خطط المشروع السابقة يتم التعبير عنها بمخطط شبكي مستقل حيث على سبيل المثال ان الشكل رقم (6-25) يعرض الخطة رقم (1)، والمخطط الشبكي الموضح بالشكل رقم (6-27) يعرض الخطة رقم (4) .

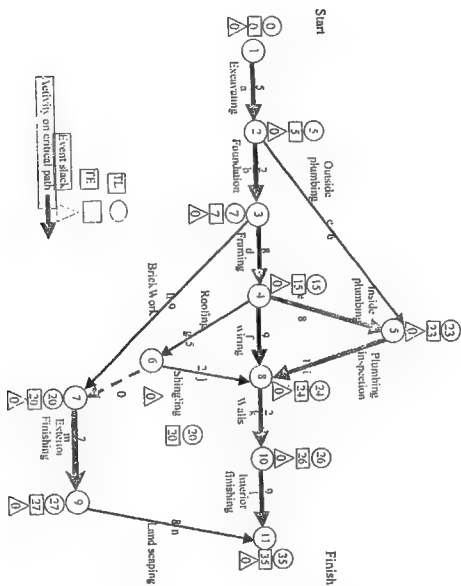
PERT/ Time-COST أسلوب

للمؤشرات الكفوية المباشرة
Total Direct Cost

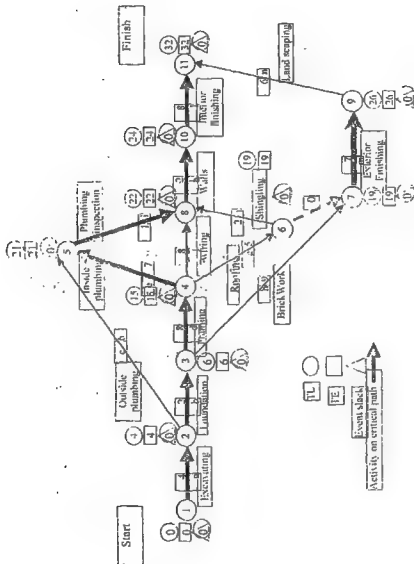


الشكل رقم (6-26): خطط المشروع وعلاقتها بالمؤشرات الكفوية والزمنية

إن عملية الاستمرار في ضغط الأثرية على الكلفة يمكن أن تصل في في مثلنا الحالي أقل مدة ممكنة وهي 32 يوم كما هو واضح من الشكل رقم (6-28) الذي يمثل الخطة رقم (7) ومن المنحنى الوارد في الشكل رقم (6-26) يمكن التعرف على المؤشرات الكفوية المرتبطة بهذه الخطة. وهذا الأسلوب يوفر لمتخذ القرار في إدارة المشروع المؤشرات الزمنية والكفوية اللازمة لاتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة وتنفيذ المشروع ومراجعة النتائج النهائية.



شكل رقم (6-27) المخطط الشبكي الذي يعرض الخطة رقم (4).



شكل رقم (6-28) المخطط الشبكي الذي يعرض الخطة رقم (7)

6.5. نماذج البرمجة الخطية في أسلوب PERT/Cost-Time

في الفقرة السابقة لاحظنا أن عملية الحل للمشاكل المتعلقة بعملية تعجيل الأرمئة وضغط التكاليف تتم بأسلوب ينوي متسلسل بحيث أن ذلك كان ممكناً لأن المشروع صغير من حيث عدد الأنشطة ويتسم بالبساطة ، ولكن عندما تكون نشاطات المشروع كبيرة ومعقدة وهناك موارد محدودة في ظل بدائل توزيع مختلفة لها، فإن الأسلوب أعلاه لا ينفع ، لذلك لا بد من اللجوء إلى أساليب أكثر تطوراً، ويتمثل ذلك بأسلوب البرمجة الخطية Linear programming . أن هذا الأسلوب يعتبر ذات كفاءة عالية في تحديد الترتيب والتوقيت الأمثل للنشاطات وخاصة في المشاريع الكبيرة والمعقدة .

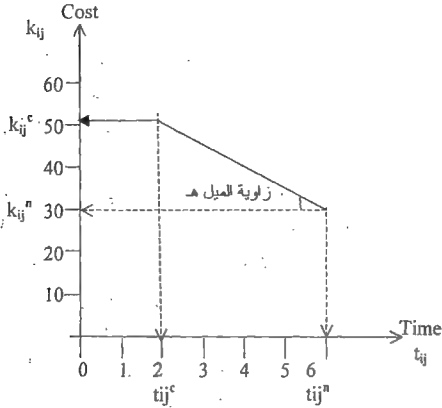
في هذه الفقرة سوف نطرح ثلاثة نماذج للبرمجة الخطية تتفع في عملية المبادلة بين الكلفة والوقت، وبالتالي بلوغ أدنى مستوى ممكن للتكاليف وبأقل وقت ممكن للإنجاز، ومن أجل تحقيق ذلك نضع عدد من الافتراضات على أساس الشكل البياني رقم (6-29) الذي سبق وأن تم عرضه في الفقرة السابقة والافتراضات هي:

نفرض أن

i ← رقم حدث البداية.

j ← رقم حدث النهاية.

الشكل رقم (6-29) العلاقة بين التكاليف المباشرة والوقت وزاوية الميل.



← k_{ij}^c التكاليف المعجلة (المضغوطة)

← k_{ij}^n التكاليف الاعتيادية

← t_{ij}^c (الوقت المعجل المضغوط)

← t_{ij}^n الوقت الاعتيادي

t_i وقت وقوع الحدث i

حيث أن: $i=1, 2, \dots, n$

(على اعتبار أن المشروع يتكون من n من الأحداث ، لذلك فإن الرقم 1 هنا يرمز إلى رقم حدث البداية في المشروع والرمز n يمثل رقم الحدث الذي يعبر عن نهاية المشروع)

$T \leftarrow$ الوقت النهائي للمشروع

$S_{ij} \leftarrow$ درجة الميل

وعلى أساس ما تقدم يتم توضيح النماذج التالية:

Model No.1

(النموذج رقم 1)

(تسخير الجهود الذاتية في التعجيل بإتجاز المشروع)

إن فكرة هذا النموذج قائمة على أساس رغبة رب العمل أو صاحب المشروع في التعجيل بالفترة الزمنية النهائية للإتجاز ، لذلك إذا تطلب الأمر تنفيذ المشروع في وقت معين (وعلى افتراض كان القرار ينص على تنفيذه قبل الفترة الزمنية T) ، فإن ذلك يتطلب تحديد أسلوب وكيفية ترتيب وتوقيت النشاطات المختلفة، بحيث تكون تكاليف الوصول إلى المدة الصغرى للإتجاز (المدة المختزلة أو المضغوطة) أقل ما يمكن. ويمكن نمذجه هكذا نوع من المشاكل كما يلي:

1. دالة الهدف Objective function

$$z = \sum_{i,j} s_{ij}(t_{ij}^c - t_{ij}) = \text{Min}$$

2. مستوفياً الشروط التالية:

$$E_j - E_i \geq t_{ij} \quad \text{لجميع قيم } i, j$$

$$t_{ij}^c \leq t_{ij} \leq t_{ij}^n \quad \text{لجميع قيم } i, j$$

$$t_n - t_1 \leq T$$

$$(i=1,2,\dots, n) \quad t_{ij} \geq 0$$

مما نقدم نستنتج ما يلي:

1. أن قيمة Z في دالة الهدف تمثل التكاليف الصغرى أو المختزلة للمشروع.
2. إن قيمة T يجب أن تكون أكبر أو تساوي مقدار الوقت للمسار الحرج عندما يتم تنفيذ كافة النشاطات في حدود المدة الزمنية الصغرى لها.
3. t_1 ← وقت وقوع الحدث رقم (1).
- t_n ← وقت وقوع الحدث الأخير الذي يحمل الرقم (n).

النموذج رقم (2) Model No.(2)

(تسخير الموارد المادية المباشرة في التعجيل بإنجاز المشروع)
إن فكرة هذا النموذج قائمة على أساس رغبة رب العمل أو صاحب المشروع تسخير ما هو متوفر من الموارد المادية (الأيدي العاملة، المكينات والمعدات، الأقوال.... الخ) التي تمثل التكاليف المباشرة وذلك لغرض التعجيل بفترة تنفيذ المشروع.

ويمكن نمذجه هكذا نوع من المشاكل إذا افترضنا أن كمية ما هو متوفر من الموارد المادية هي B ،لذلك فإن على متخذ القرار في المشروع تخصيص هذه الكمية وتوزيعها بين النشاطات المختلفة في المشروع من أجل التعجيل بإنجاز أزمينة المشروع والوصول إلى أقل وقت ممكن لإنجاز المشروع، الصيغة الرياضية لهكذا نوع من الحالات هو كما يلي:

1-دالة الهدف Objective Function

$$Z = (t_n - t_1) \rightarrow \text{Min}$$

حيث إن: t_1 ← وقت وقوع الحدث رقم (1)

t_n ← وقت وقوع الحدث الذي يحمل الرقم (n)

2-مستوفيا الشروط التالية:

$$ET_j - ET_i \geq t_{ij} \quad \text{لجميع قيم } i, j$$

$$t'_{ij} \leq t_{ij} \leq t''_{ij} \quad \text{لجميع قيم } i, j$$

$$\sum_{i,j} S_{ij}(t'_{ij} - t_{ij}) \leq B$$

حيث أن $(i = 1, 2, \dots, n)$

ما تقدم نستنتج الملاحظات التالية:

- 1- أن قيمة Z في دالة الهدف تمثل المدة الزمنية الصغرى المعجلة أو المضغوطة لإكمال المشروع في حالة تخصيص B من الموارد المادية لذلك.
- 2- إن حل نموذج البرمجة الخطية أعلاه يؤدي إلى التعرف على الأنشطة التي تستخدم مددها الصغرى في الإنجاز.

Model No. 3

النموذج رقم (3)

(تسخير الموارد المادية المباشرة وغير المباشرة في التعجيل بإنجاز المشروع).

إن فكرة هذا النموذج قائمة على أساس ما يلي:

- 1- العلاقة بين التكاليف غير المباشرة وطول مدة المشروع: حيث إذا كانت هذه العلاقة تنصف في كونها ذات صيغة خطية، فإنه يمكن تحديد الفترة الزمنية الصغرى للمشروع T والمدد المثلى لإنجاز النشاطات في المشروع.
- ومن أجل نمذجة هكذا نوع من المشاكل، نفرض أن:

$$F \leftarrow \text{التكاليف غير المباشرة.}$$

عليه فإن :

$$F(t_n - t_1) \leftarrow \text{التكاليف غير المباشرة في وحدة الزمن}$$

حيث أن:

طول مدة المشروع التي هي مجهولة. $\Leftarrow F(t_n - t_1)$

2- العلاقة بين التكاليف المباشرة وطول مدة المشروع:

حيث سبق وأن تم توضيح هذه العلاقة في النموذج الثاني، حيث أن التكاليف

المباشرة تحسب من العلاقة التالية: $\sum_{i,j} s_{ij}(t_{ij} - t_{ij}^c)$

حيث أن:

t_{ij} ← هي المدة الزمنية غير المعروفة التي يستغرقها النشاط الواقع بين i, j

وعلى أساس ما تقدم الصيغة الرياضية للنموذج الثالث هي كما يلي:

1- دالة الهدف Objective Function

$$Z = F(t_n - t_1) + \sum_{i,j} s_{ij}(t_{ij} - t_{ij}^c) \Rightarrow \text{Min}$$

2- مستوفياً الشروط التالية:

لجميع قيم i, j $E_{tj} - E_{ti} \geq t_{ij}$

لجميع قيم i, j $t_{ij}^c \leq t_{ij} \leq t_{ij}^o$

$$t_i \geq 0$$

حيث أن:

$$(i=1,2,\dots,n)$$

مثال رقم (1):

البيانات الواردة في الجدول أدنا تتعلق باحد المشاريع الإستراتيجية:

جدول رقم (6-14) البيانات الخاصة بالمشكلة:

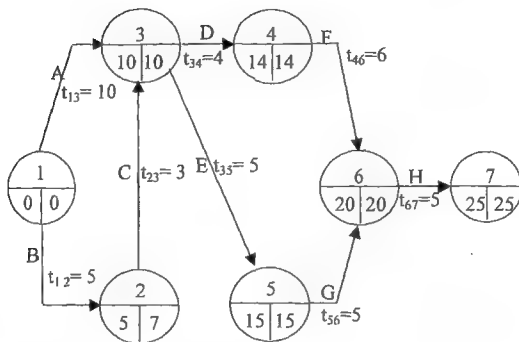
الأنشطة Activity	الأحداث Events	الزمن الاعتيادي (t_{ij})	الزمن للمعجل (t_{ij}^c)	درجة الميل slop Cost sij
A	(1-3)	10 يوم	7 يوم	4 دينار
B	(1-2)	5 يوم	4 يوم	2 دينار
C	(2-3)	3 يوم	2 يوم	2 دينار
D	(3-4)	4 يوم	3 يوم	3 دينار
E	(3-5)	5 يوم	3 يوم	3 دينار
F	(4-6)	6 يوم	3 يوم	5 دينار
G	(5-6)	5 يوم	2 يوم	1 دينار
H	(6-7)	5 يوم	4 يوم	4 دينار

وقد علمت أن مقدار الكلفة غير المباشرة لليوم الواحد هي 5 دينار.

المطلوب ما هي المدد الصغرى (المعجلة أو المضغوطة) للإنجاز وما هي أقل كلفة كلية (مباشرة وغير مباشرة) اللازمة لذلك.

الحل: في البداية يتم رسم المخطط الشبكي الذي يعبر عن هذا المشروع وذلك كما يلي:

الشكل رقم (6-30) المخطط الشبكي للمشروع



ملاحظة: تم احتساب الأزمنة المبكرة والمتأخرة وفقا للحسابات الأمامية والخلفية التي سبق توضيحها في الفقرات السابقة .

من البيانات المستمدة من الجدول الخاص بالمشكلة نحصل على ما يلي:

النشاط Activity	S_{ij}	t_{ij}^n	t_{ij}^c	$t_{ij}^c - t_{ij}^n$	تكلفة التعجيل
A	4	10	7	3	$12 = 3 \times 4$
B	2	5	4	1	$2 = 1 \times 2$
C	2	3	2	1	$2 = 1 \times 2$
D	3	4	3	1	$3 = 1 \times 3$
E	3	5	3	2	$6 = 2 \times 3$
F	5	6	3	3	$15 = 3 \times 5$
G	1	5	2	3	$3 = 1 \times 3$
H	4	5	4	1	$4 = 1 \times 4$
المجموع :					47 دينار

على أساس ما تقدم وبالاتناد إلى الشكل (6-30) نجد أن عدد الأحداث يساوي سبعة، أي أن رقم الحدث الأخير هو (7) وأن زمن وقوع هذا الحدث يرمز له (t_7) ، عليه فإن:

المدة الزمنية للمشروع هي $(t_7 - t_1)$

$$(25 - 0) =$$

$$25 =$$

التكاليف غير المباشرة في اليوم $5(t_7 - t_1)$

أما بالنسبة للتكاليف المباشرة، فإنها تحسب على أساس مجموع تكاليف تعجيل النشاطات، وتحسب وفقا للعلاقة الرياضية التالية:

$$\left[\sum_{i,j} s_{ij} (t_{ij}^c - t_{ij}^n) \right]$$

من الشكل (6-30) الذي يعرض المخطط الشبكي للمشروع يتضح ما يلي:

أولاً: إذا تم تنفيذ النشاطات في المدة الطبيعية فإن:

1- وقت تنفيذ المسار الحرج يساوي 25 يوماً.

2- الكلفة الكلية = التكاليف غير المباشرة + التكاليف المباشرة اللازمة لتعجيل

الوقت أي أن:

الكلفة الكلية = $(25)5 + \text{صفر} = 125$ دينار وذلك لأن النشاطات تم تنفيذها

بدون تعجيل.

ثانياً: إذا تم تنفيذ النشاطات في مدتها الصغرى (المعجلة أو المختزلة) فإن:

1- وقت تنفيذ المسار الحرج يساوي 17 يوماً.

2- الكلفة الكلية = للتكاليف غير المباشرة + التكاليف المباشرة اللازمة لتعجيل

الوقت

الكلفة الكلية = $(17)5 + 47 = 132$ دينار.

علماً بأن التكاليف المباشرة اللازمة لتعجيل حسب من الجدول ،

لذلك على سبيل المثال بالنسبة للنشاط A فإنها تحسب كما يلي:

$$A \Rightarrow 4(10 - t_{13})$$

وبالنسبة للنشاط B تحسب كما يلي:

$$B \Rightarrow 2(5 - t_{12})$$

وهكذا بالنسبة لبقية الأنشطة، لذلك فإن بالإمكان التعويض عن دالة الهدف كما

يلي:

$$Z = F(t_n - t_1) + \sum_{ij} S_{ij}(t^c_{ij} - t_{ij}) \Rightarrow \text{Min}$$

$$Z = 5(t_7 - t_1) + 4(10 - t_{13}) + 2(5 - t_{12}) + 2(3 - t_{23})$$

$$+ 3(4 - t_{34}) + 3(5 - t_{35}) + 5(6 - t_{46}) + 1(5 - t_{56}) + 4(5 - t_{67}) \rightarrow \text{Min}$$

مستوفيا القيود التالية:

1- بالنسبة للقيد الأول $t_{ij} \geq ET_j - ET_i$

بالتعويض عن الأرمئة الاعتيادية المتوفرة في المخطط الشبكي نحصل على ما يلي:

$ET_3 - ET_1 \geq t_{13}$	$10 - 0 \geq t_{13}$
$ET_2 - ET_1 \geq t_{12}$	$5 - 0 \geq t_{12}$
$ET_2 - ET_2 \geq t_{23}$	$10 - 5 \geq t_{23}$
$ET_4 - ET_3 \geq t_{34}$	$14 - 10 \geq t_{34}$
$ET_5 - ET_3 \geq t_{35}$	$15 - 10 \geq t_{35}$
$ET_6 - ET_4 \geq t_{46}$	$20 - 14 \geq t_{46}$
$ET_6 - ET_5 \geq t_{56}$	$20 - 15 \geq t_{56}$
$ET_7 - ET_6 \geq t_{67}$	$25 - 20 \geq t_{67}$

2- بالنسبة للقيد التالي:

$$t_{ij}^c \leq t_{ij} \leq t_{ij}^n$$

وبالتعويض عن البيانات المتوفرة في المخطط الشبكي نحصل على ما يلي:

$$\begin{aligned} 7 &\leq t_{13} \leq 10 \\ 4 &\leq t_{12} \leq 5 \\ 2 &\leq t_{23} \leq 3 \\ 3 &\leq t_{34} \leq 4 \\ 3 &\leq t_{35} \leq 5 \\ 3 &\leq t_{46} \leq 6 \\ 2 &\leq t_{56} \leq 5 \\ 4 &\leq t_{67} \leq 5 \end{aligned}$$

$$t_1, t_2, \dots, t_7 \geq 0$$

وبالنسبة لقيد اللاسلبية فهو:

إن هكذا نموذج رياضي يتم حله باستخدام الحاسوب واحد البرامجيات الجاهزة وذلك مثل (Ds For windows) , (Win Q . S . B) وعندها نحصل على النتائج التالية:

$$ET1 = 0$$

$$ET2 = 5$$

$$ET3 = 8$$

$$ET4 = 11$$

$$ET5 = 13$$

$$ET6 = 17$$

$$ET7 = 21$$

حيث أن الرقم ($Et = 21$) وهو الوقت اللازم لانجاز المشروع في حالة ضغط الأزمئة والتكاليف:

أما النتائج الأخرى فهي:

$$t_{13} = 8, t_{12} = 5, t_{23} = 3, t_{34} = 3, t_{35} = 5$$

$$t_{46} = 6, t_{56} = 4, t_{67} = 4$$

وهذا يعني ان المدة الصغرى لتنفيذ المشروع هو (21) يوما وأن الكلفة الكلية الصغرى للمشروع هي (121) دينار.

ويلاحظ من هذه النتائج، ان النشاط A تم تعجيله بمقدار يومين، بينما تم تعجيل كل من النشاط G , H , D يوماً واحداً وإن جميع النشاطات هي حرجة.

6.6 جدولة الكلف حسب وقت الابتداء المبكر والمتأخر:

أن عملية جدولة الكلف حسب الأزمئة المبكرة والمتأخرة تعتبر امتداداً للأسلوب السابق PERT/Time-Cost ، حيث ان متخذ القرار في المشروع يبحث عادة عن الصيغ المثلى التي بموجبها يتم توزيع الموارد المادية المستوفرة، وهذه الموارد يمكن التعبير عنها بوحدات نقدية وذلك بالنسبة لكل نشاط في المشروع، وذلك باعتبارها كلف مباشرة، مثل:

- 1- التكاليف المرتبط بالاجور والحوافز المدفوعة للعاملين.
- 2- التكاليف المرتبطة بعملية تشغيل المكنان والمعدات.
- 3- التكاليف المتعلقة بالمواد الأولية الأساسية والمساعدة.
- 4- التكاليف الأخرى .

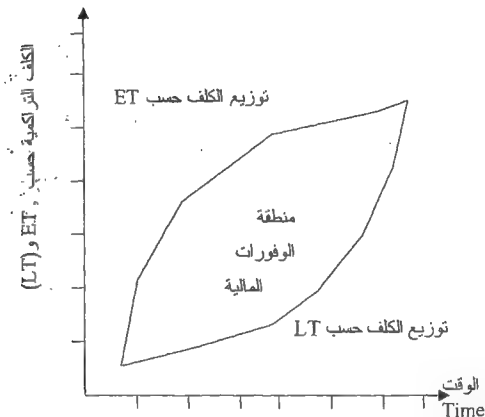
وتظهر الكلف المذكورة اعلاه بشكل تفصيلي أو بشكل عام ضمن أنشطة المشروع، وذلك لبيان ما تم إنفاقه من موارد في كل نشاط وفي كل مرحلة. ومن أجل معالجة هكذا مشكلة، يتطلب الأمر توزيع الكلف المذكورة ضمن السقف الزمني للمشروع الذي يتم التعبير عنه من خلال زمن المسار الحرج ضمن المخطط الشبكي للمشروع.

يعتبر هذا الأسلوب تخطيطي ورقابي فعال وخاصة في مجال إنفاق الموارد المالية بالنسبة لكل واحد من الأنشطة حيث يعرض المخطط الشبكي تكاليف إنجاز كل نشاط (cij) وكذلك الوقت اللازم لإنجازه (tij) أي أن هناك كلفة وزمن لكل نشاط وإن مقدار هذه الكلفة يرتبط بعلاقة وثيقة مع الزمن الخاص بالإنجاز. وإذا علمنا أن هناك نوعين من الأرمنة الخاصة بإنجاز الأنشطة وهي:

- 1- الوقت المبكر للإنجاز (Early Time (ET).
- 2- الوقت المتأخر للإنجاز (Later Time (LT).

إن لكل واحدة من هذه الأرمنة تأثير مغاير عن الآخر في حسابات المشروع رغم أنهما في النهاية متساويان من حيث النتيجة. أي يمكن اعتماد الوقت المبكر للإنجاز (ET) في حساب أرمنة المشروع وتراكم التكاليف التي تم إنفاقها خلال السقف الزمني المحدد لإنجاز المشروع. وكذلك يمكن اعتماد

الوقت المتأخر للإجاز (LT) لنفس الغرض وبما يؤدي إلى الحصول على نفس النتيجة. وهو يعني أن خط الشروع واحد وخط النهاية واحد تعدا المنطقة الوسطى حيث تكون مفتوحة وهي تعبر عن اختلاف في التراكبات الكلفوية في وحدة الزمن بالنسبة لكل من (ET) و (LT) وكما هو موضح في الشكل رقم (31-6).



الشكل رقم (31-6) تراكم الكلف حسب الوقت المبكر للإجاز (ET) والوقت المتأخر للإجاز (LT).

إن المنطقة الواقعة في منتصف المنحنى تمثل مقدار الفروقات المالية التي يمكن الحصول عليها فيما لو تم اتباع أسلوب توزيع الكلف أو الإتفاق المالية وفق أزمنة الإنجاز المتأخر. ومن أجل توضيح فكرة هذا الموضوع نأخذ المثال التطبيقي التالي:

مثال رقم (1): إحدى المنشآت الإنتاجية ترغب في إقامة مشروع صناعي معين خلال سنة 2004 وقد تقدم أحد المقاولين لتنفيذ المشروع المذكور، وتم الحصول على البيانات المتعلقة بالمشروع من السجلات الخاصة بالمقاول. المطلوب:

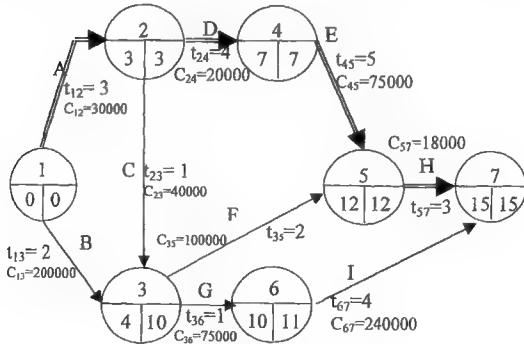
- 1- رسم المخطط الشبكي الذي يعبر عن المشروع مع تثبيت البيانات.
- 2- حساب الأوقات المبكرة (ET) والأوقات المتأخرة (LT) وتحديد المسار الحرج (C.P.M).
- 3- توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المبكر (ET) و وقت الابتداء المتأخر (LT) من خلال الكشوفات المالية.
- 4- تحديد مقدار الوفورات المالية التي يمكن ان يستفيد منها المقاول وتساهم في ترشيد قراراته المالية، وضح ذلك مع الرسم .

PERT/ Time-COST أسلوب

الجدول الخاص ببيانات المشروع هو كما يلي:

Activity	الأحداث		Time (Month)	Cost (Dinar)
A	1	2	3	30.000
B	1	3	2	200.000
C	2	3	1	40.000
D	2	4	4	20.000
E	4	5	5	75000.000
F	3	5	2	100000.000
G	3	6	1	75.000
H	5	7	3	18.000
I	6	7	4	240.000

الحل: إن حل المثال، يتطلب في البداية رسم المخطط الشبكي الخاص بالمشروع قيد الدرس وذلك كما يلي:



الشكل رقم (6-32) المخطط الشبكي للمشروع

وبعد أن تم رسم المخطط الشبكي للمشروع يتطلب الأمر إعداد جدول يتضمن كافة البيانات اللازمة لتنظيم كشف توزيع الكلف حسب وقت الابتدء المبكر ET.

الجدول رقم (6-15) البيانات اللازمة لحساب جدول توزيع الكلف حسب الوقت المبكر للإيجاز (ET)

Activity	Time	Cost	Cost (Month)	ET
A	3	30.000	10.000	0
B	2	20.000	100.000	0
C	1	40.000	40.000	3
D	4	20.000	5.000	3
E	5	75000	15.000	7
F	2	100000	50.000	4
G	1	75.000	75	4
H	3	18.000	6	12
I	1	240.000	60	5

وكما هو واضح من الجدول (6-15) تتضح عملية توزيع الكلف بالنسبة لكل نشاط بعد أن تم تقسيم التكاليف على عدد الوحدات الزمنية مع تحديد زمن الابتدء المبكر لكل نشاط، وعلى أساس البيانات المذكورة والبيانات الواردة في الشكل (6-32) أعلاه الذي يتم اعتماد مقدار طول المسار الحرج وهو (15) شهر، يتم تنظيم الجدول رقم (6-16) الذي هو الكشف الذي يوضح عملية توزيع الكلف طبقا لوقت الابتدء المبكر (ET) ضمن السقف الزمني البالغ طوله 15 شهر .

وفي الخطوة التالية يتم إعداد جدول البيانات اللازم لتنظيم الكشف الآخر الذي بموجبه يتم توزيع الكلف حسب وقت الابتدء المتأخر (LT) وإن جدول البيانات المقصود هنا يفترض أن نحصل منه على الأزمنة والتكاليف بالنسبة لكل نشاط مع تحديد وقت الابتدء المتأخر المعدل (\overline{LT}) وهذه القيم الأخيرة يتم الحصول عليها من خلال الاستعانة بالعلاقات الرياضية التالية⁽¹⁾.

$$S_{ij} = LT_j - t_{ij} - ET_i$$

$$\overline{LT} = ET + S_{ij}$$

إن الجدول رقم (6-17) يوضح كافة البيانات المطلوبة لحساب عملية توزيع الكلف حسب وقت الابتدء المتأخر (LT) على أساس السقف الزمني للمسار الحرج البالغ 15 شهر، وعلى أساس هذا الجدول يتم تنظيم الجدول الآخر الخاص بتوزيع الكلف حسب وقت الابتدء المتأخر (LT) كما جاء في الجدول (6-18).

وعلى أساس الجداول الخاصة بتوزيع الكلف وقت الابتدء المبكر (ET) وحسب وقت الابتدء المتأخر (LT) وعلى وجه التحديد الكلف التراكمية الواردة في الجداول المذكورة يتم تنظيم الشكل البياني رقم (6-33) الذي يوضح سلوك الكلف لكل من وقت الابتدء المبكر (ET) ووقت الابتدء المتأخر (LT)⁽²⁾ وكيفية ظهور منطقة الوفورات المالية، كما يمكن بيان قيمة الوفورات المالية المذكورة من خلال جدول خاص يعد لذلك وهو الجدول رقم (6-19).

(1) لمزيد من التفاصيل المتعلقة بعمليات الحساب لهذه العلاقات الرياضية يمكن مراجعة مؤيد عبد الحسين

الفضل، علي حسين الحديشي، نجاح باقر شير، نفس المصدر السابق، ص 120

(2) لا يوجد فرق من حيث المبدأ بين (LT)، (LT) للمعدل.

جدول رقم (6-17) يوضح كافة البيانات المطلوبة لحساب عملية توزيع الكلف

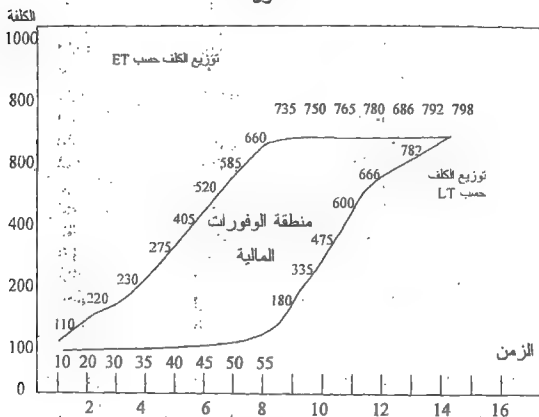
حسب وقت الإبتداء المتأخر (LT)

Activity	Time	Cost	Cost Month	ET	Sij	LT
A	3	30000	10000	0	0	0
B	2	200000	100000	0	8	8
C	1	40000	40000	3	6	9
D	4	20000	5000	3	0	3
E	5	75000	15000	7	0	7
F	2	100000	50000	4	6	10
G	1	75000	75000	4	6	10
H	3	18000	6000	12	0	12
I	4	240000	60000	5	6	11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0000	10000	10000												
00000	100000													
			40000											
			5000	5000	5000	5000								
				50000	50000									
				75000										
					60000	60000	60000	60000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
10000	110000	10000	45000	130000	115000	65000	75000	75000	15000	15000	15000	6000	6000	6000
10000	220000	230000	275000	405000	520000	585000	660000	735000	750000	765000	780000	786000	792000	798000

جدول رقم (6-18) توزيع لكلف حسب وقت الابتداء المبكر (ET)

شكل رقم (6-33) توزيع الكلف التراكمية Cumulative Costs بيانياً حسب وقت الابتدء المبكر (ET) ووقت الابتدء المتأخر (LT) مع تحديد منطقة الفروقات المالية (أو الوفورات المالية) التي تعبر عن حدود المناورة المالية للمقاول.



شكل رقم (6-33) توزيع الكلف التراكمية بيانياً حسب وقت الابتدء المبكر والمتأخر

الجدول رقم (6-19) مقدار الوفورات المالية

Time	الكلف التراكمية حسب التوزيع بموجب وقت الابتداء المبكر (ET)	الكلف التراكمية حسب لتوزيع بموجب وقت الابتداء المتأخر (LT)	الفرق (الوفورات المالية)
1	110000	10000	100000
2	220000	20000	200000
3	230000	30000	200000
4	275000	35000	240000
5	405000	40000	365000
6	520000	45000	475000
7	585000	50000	535000
8	660000	65000	595000
9	735000	180000	555000
10	750000	335000	415000
11	765000	475000	290000
12	78000	600000	180000
13	786000	666000	120000
14	792000	732000	60000
15	798000	798000	000000

من الجدول (6-19) أعلاه يتضح أن الحقل الأخير فيه مقدار الفروقات المالية التي يمكن أن يحصل عليها المقلول فيما لو تم اعتماد طريقة الكلف حسب طريقة الابتداء المتأخر، كما وإن هذه الوفورات المالية تمثل بالنسبة له ما يشبه القروض المجانية التي يستطيع الاستفادة منها خاصة في بداية تشغيل المشروع حيث يكون بحاجة إلى السيولة النقدية. ومن هنا لابد من التنكير

بمسألة مهمة وهي أن هذا الجدول الأخير بالإضافة إلى الجداول السابقة يمثل القاعدة الأساسية التي يمكن أن يعتمد عليها المقاول أو متخذ القرار من أجل ترشيد استخدام الموارد المالية المتوفرة لديه بما يؤدي إلى تحقيق أفضل النتائج.

Case Study No.1.

دراسة حالة رقم (1)

أحد المشاريع الإنشائية في إحدى الوزارات، رصد له مبلغ 1,805,000 وكانت البيانات الخاصة بهذا المشروع كما في الجدول التالي:

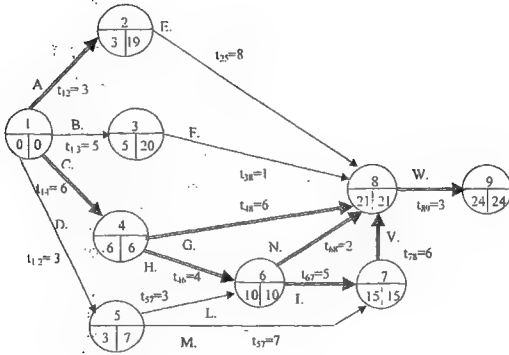
جدول رقم (6-20) البيانات المتعلقة بالمشروع

التفاصيل	الانشطة Activity	الاحداث Events		Time Month الزمن	Cost التكاليف
		البداية	النهاية		
تنظيف الموقع وحفر الأسس	A.	(1 — 2)		3	150.000
صب الأسس الأرضية	B.	(1 — 3)		5	100.000
صب السقوف	C.	(1 — 4)		6	120.000
بناء القواطع الجانبية	D.	(1 — 5)		3	90.000
بناء الأرضيات والممرات الداخلية	E.	(2 — 8)		2	300.000
مد للتأسيسات الكهربائية	F.	(3 — 8)		1	75.000
مد للتأسيسات الصحية	G.	(4 — 8)		6	120.000
بناء السقوف والجدران الثانوية	H.	(4 — 6)		4	80.000
اعمال الصبغ والديكور	L.	(5 — 6)		3	60.000
بناء الممرات الخارجية والحدائق	M.	(5 — 7)		7	140.000
نصب القواعد الخاصة بالأجهزة	N.	(6 — 8)		2	50.000
نصب محول الكهرباء والشبكة الخارجية	I.	(6 — 7)		5	100.000
نصب البوردرات والمفتاح الداخلية	V.	(7 — 8)		6	120.000
نصب الأجهزة الخاصة بالعمل	W.	(8 — 9)		3	300.000
1.805.000 مليون وثمانمائة وخمسة ألف دينار لا غيرها					

المطلوب : توزيع وجدولة الكلف حسب LT,ET بالشكل الأمثل مع بيان حجم الوفورات المالية التي يمكن أن تتحقق طبقاً لذلك .

الحل :

يتم حساب الأزمنة المبكرة ET والمتأخرة LT، وذلك بعد أن يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع وذلك كما هو واضح في الشكل (6-34) .



من الشكل رقم (6-34) الذي يمثل المخطط الشبكي للمشروع يتضح ظا هناك عدة من المسارات الحرجة وهي كما يلي :

المسار الحرج الأول

$C \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow V \rightarrow W$

$6 + 4 + 5 + 6 + 3 \rightarrow 24$

المسار الحرج الثاني

$C \rightarrow G \rightarrow W$

$6 + 6 + 3 \rightarrow 15$

المسار الحرج الثالث

$C \rightarrow H \rightarrow N \rightarrow W$

$6 + 4 + 2 + 3 \rightarrow 15$

الجدول رقم (6-21) البيانات اللازمة لتوزيع الكلف حسب وقت الابتداء المبكر

(ET)

Activity	الأحداث Events		Time Month	وقت الابتداء المبكر	Cost To each month
	البداية	للتنهاية			
A	1	→ 2	3	0	50 000
B	1	→ 3	5	0	20 000
C	1	→ 4	6	0	20 000
D	1	→ 5	3	0	30 000
E	2	→ 8	2	3	150 000
F	3	→ 8	1	5	75 000
G	4	→ 8	6	6	20 000
H	4	→ 6	4	6	20 000
L	5	→ 6	3	3	20 000
M	5	→ 7	7	3	20 000
N	6	→ 8	2	10	25 000
I	6	→ 7	5	10	20 000
V	7	→ 8	6	15	20 000
W	8	→ 9	3	21	100 000

على أساس الجدول رقم (6-21) والبيانات التي وردت في الحالة الدراسية يتم إعداد الجدول رقم (6-22) الذي يوضح كيفية توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المبكر (ET). ويتضح من الجدول المذكور أن المحور الأفقي الواقع في أعلى الجدول يمتد إلى 24 شهراً وهي المدة المحددة لإتجاز المشروع. أما المحور العمودي فهو يتضمن الأنشطة المتوقعة بالمشروع المذكور. وفي أسفل الجدول نلاحظ حقل المجموع العمودي للكلف بالنسبة لكل شهر من الأشهر الـ (24) الواردة في أعلى الجدول، أما الكلف التراكمية فهي التي تتراكم من شهر إلى آخر لغاية بلوغ المجموع الكلي والنهائي الذي يجب أن يكون مساوياً للمقدار 1805000 دينار.

الخطوة التالية يتم بموجبها إعداد الجدول الذي منه يتم الحصول على البيانات اللازمة لتوزيع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر وهو الجدول رقم (6-23).

جدول رقم (6-23) البيانات اللازمة لتوزيع الكلف حسب الابتداء المتأخر (LT).

Activity	الأحداث Events	Time Month	ET	Sij	LT	Cost
	النهاية البداية					
A	1 → 2	3	0	16	16	50 000
B	1 → 3	5	0	15	15	20 000
C	1 → 4	6	0	0	0	20 000
D	1 → 5	3	0	4	4	30 000
E	2 → 8	2	3	16	19	150 000
F	3 → 8	1	5	15	20	75 000
G	4 → 8	6	6	9	15	20 000
H	4 → 6	4	6	0	6	20 000
L	5 → 6	3	3	4	7	20 000
M	5 → 6	7	3	4	7	20 000
N	6 → 8	2	10	9	19	25 000
I	6 → 7	5	10	0	10	20 000
V	7 → 8	6	15	0	15	20 000
W	8 → 9	3	21	0	21	100 000

وعلى أساس الجدول السابق يتم إعداد الجدول رقم (6-24) الذي يوضح كيفية توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر (LT).

ACTIVITY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
A																							
B																							
C	20000	20000	20000	20000	20000	20000																	
D																							
E																							
F																							
G																							
H																							
I																							
J																							
K																							
L																							
M																							
N																							
O																							
P																							
Q																							
R																							
S																							
TOTAL	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000

جدول رقم (6-24) توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر (LT)

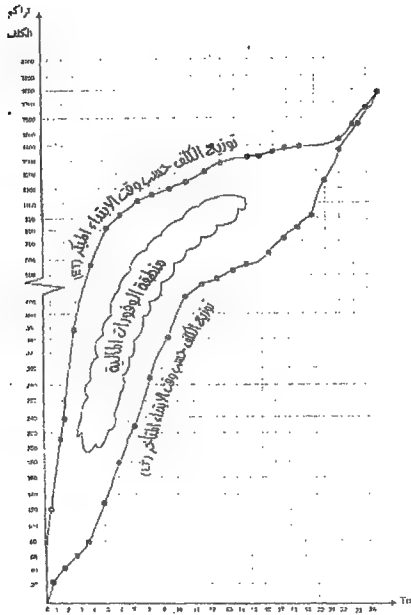
الخطوة التالية يتم بموجبها اعداد الجدول (6-25) الذي يوضح مقدار الوفورات المالية التي يتم الحصول عليها وذلك بالاعتماد على الجداول السابقة .

جدول (6-25) حساب الوفورات المالية لكل فترة زمنية البالغة 24 شهر

الأنشهر	الكلف التراكمية (1) حسب ET	الكلفة التراكمية (2) حسب LT	الفرق بين (1) و(2) الوفورات المالية
1	210,000	20,000	190,000
2	240,000	40,000	200,000
3	360,000	60,000	300,000
4	590,000	80,000	510,000
5	820,000	130,000	690,000
6	955,000	180,000	755,000
7	1015,000	230,000	785,000
8	1075,000	290,000	785,000
9	1035,000	350,000	685,000
10	1195,000	410,000	785,000
11	1260,000	450,000	810,000
12	1325,000	490,000	835,000
13	1345,000	530,000	815,000
14	1365,000	570,000	795,000
15	1385,000	590,000	795,000
16	1405,000	650,000	755,000
17	1425,000	760,000	665,000
18	1445,000	890,000	555,000
19	1465,000	980,000	485,000
20	1485,000	1215,000	270,000
21	1505,000	1505,000	000,000
22	1605,000	1605,000	000,000
23	1705,000	1705,000	000,000
24	1805,000	1085,000	000,000

من الجدول رقم (6-25) يتضح مقدار الوفورات المالية والتي هي بمثابة قروض مجانية جاءت من نفس الجهة التي قامت بعملية الإنفاق، بمعنى آخر لو أن إدارة المشروع أو الجهة المسؤولة عن تنفيذ المشروع اعتمدت أسلوب التنفيذ للمشروع الذي يستند إلى وقت الابتداء المتأخر (LT) في عملية حساب الأرمنة وتحقق الإنفاق، فإن ذلك سوف يؤدي إلى تحقيق هذه الوفورات المالية (القروض المجانية) بالقياس إلى طريقة التنفيذ المستندة إلى الوقت المبكر ET لتنفيذ المشروع، ويعني ذلك أن منفذ المشروع يقرض نفسه مبلغاً من المال وفق مفهوم المحللين المتخصصين بالعلوم المالية والإدارية .

ويلاحظ من جدول رقم (6-24) وكذلك الجدول رقم (6-25) أيضاً أن منفذ المشروع يمكن أن يقوم بعملية تنفيذ أنشطة فيما لو كان لديه مبالغ قليلة من السيولة النقدية لو اتبع أسلوب التنفيذ المسند إلى الوقت المتأخر بحيث أنه في الشهر السابع من مراحل التنفيذ حسب LT يمكن أن يحتاج ما هو مطلوب منه في الشهر الأول فيما لو اعتمد أسلوب ET، ومن الجدير بالذكر هنا أنه في نهاية المطاف سوف يتم دفع نفس المبالغ سواء تم اعتماد أسلوب ET أو LT، والشكل رقم (6-35) يوضح هذه الفكرة، حيث نلاحظ في أسفل الشكل أن المنحنيان يلتقيان مع بعضهما البعض وكذلك في نهاية الشكل عند القيمة 1,80,000 التي تمثل القيمة الكلية للمشروع.



شكل (6-35) توزيع الكلف حسب ET ، LT وظهور منطقة الوفورات
المالية لدراسة الحالة No.

الأسئلة النظرية للفصل السادس

- س1: ما هي علاقة الوقت Time بالكلفة Cost في أسلوب PERT؟
- س2: وضح الأساس الفكري للمبادلة بين الكلفة والوقت Tradeoff .
- س3: ما هي العلاقة بين التكاليف المباشرة وغير المباشرة مع الوقت؟
- س4: ما هي تطبيقات أسلوب Pert cost-Time في الواقع العملي؟
- س5: ما هي أنواع نماذج البرمجة الخطية ضمن المبادلة بين الكلفة والوقت؟
- س6: ما هو الهدف من تطبيق البرمجة الخطية في هكذا نوع من المشاكل؟
- س7: ما هي فائدة تطبيق البرمجة للكلف حسب وقت الابتداء المبكر ET وحسب وقت الابتداء المتأخر L/T ؟
- س8: ما هو المقصود بمساحة المناورة في الموارد المالية؟
- س9: ما هو برأيك الأفضل هل اعتماد الوقت المبكر أو المتأخر للابتداء في ظل جدولة الكلف؟
- س10: ما هي أهم تطبيقات أسلوب جدولة الكلف؟

مشاكل تطبيقية مختلفة

Problem No.1

مشكلة رقم 1

مشروع يتكون من 10 نشاطات ، حيث أن الوقت الطبيعي (T^n) والوقت المضغوط (t^{er}) محسوب بالأسابيع، وإن التكاليف الطبيعية هي (K^n) والتكاليف المضغوطة هي (K^{er}) محسوبة بالآلاف النتائج كما في الجدول التالي:

i-j	T^n	T^{er}	K^n	K^{er}
0-1	10	6	30	40
1-2	12	10	43	45
1-3	8	6	26	30
2-3	4	4	15	15
2-4	7	5	20	22
2-5	11	7	24	30
3-4	5	5	10	10
4-5	4	3	8	11
4-6	9	6	16	19
4-6	8	3	27	37

المطلوب:

- 1- حدد أقصر وقت ممكن لإجاز المشروع
 - 2- إلى أي حد يمكن أن يتم ضغط الوقت، وما هي التكاليف التي سوف تترتب على ذلك
 - 3- اضبط وقت المشروع بحيث تكون التكاليف أقل بمقدار (14) ألف.
 - 4- اضبط الوقت 5 أيام مع أقل الكلف، وما مقدار التكاليف المرتبطة بذلك الوقت.
- النتائج النهائية:

TK=43

1. 0→1→2→3→4→5→6

2. ألف دينار K=28 يوم 31

3. يوم TK=36

4. ألف دينار K=8 يوم TK=38

مشكلة رقم (2)

توفرت لديك البيانات التالية:

S	التكلفة المعنوية	التكلفة الاعتيادية	الوقت المضغوط	الوقت الاعتيادي	i-j
-	30	30	5	5	0-1
2,0	50	44	5	8	0-2
2,5	35	30	5	7	0-3
2,5	30	25	4	6	2-3
1,25	40	35	4	8	1-3
3,0	50	44	8	10	2-5
2,0	12	10	4	5	3-4
1,0	28	24	7	10	3-5
3,0	26	20	4	6	4-5

المطلوب:

1- رسم المخطط الشبكي ، تحديد Tk والمسار الحرج

2- اضبط وقت تنفيذ المشروع إلى 22 أسبوع، وما هي كلفة هذا الضغط

3- ما هي أقصى مدة يمكن ضغطها في وقت تنفيذ المشروع، وما هي تكاليف

ذلك ؟

النتائج النهائية:

أسبوع TK=27

1. المسار الحرج 0

$$0 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5$$

$$K=7,0 \text{ 2.}$$

3. وحدة نفدية $K=26,9$ ولغاية 17 أسبوع

مشكلة رقم (3):

توفرت لديك البيانات الواردة في الجدول أنناه والتي تتعلق بأحد المشاريع

الإشائية، حيث يتضح فيه الكلف والأزمنة المختلفة

i-j	t_n	t_p	K_n	K_p	S
0-1	5	5	30	30	-
0-2	8	5	44	50	2,0
0-3	7	5	30	35	2,5
2-3	6	4	25	30	2,5
1-3	8	4	35	40	1,25
2-5	10	8	44	50	3,0
3-4	5	4	10	12	2,0
3-5	10	7	24	28	1,0
4-5	6	4	20	26	3,0

المطلوب:

ما هي أقل مدة زمنية لانجاز المشروع مع تحديد المسار الحرج

النتائج النهائية:

$$TK=37$$

$$\rightarrow 315,0 \text{ التكاليف التراكمية}$$

$$\sigma_{TW}^2 = 4.05$$

الفصل السابع

أساليب وتقنيات مختلفة في
إدارة وتنفيذ المشاريع

بناءً على ماورد في الفصول السابقة من أساليب وتقنيات ترتبط بشبكات العمل Net Work ترد في هذا الخصوص أساليب أخرى لها علاقة وثيقة بكل من أسلوب C.P.M وأسلوب PERT ،لذلك فإن هذا الفصل سوف يكرس لدراسة هذه الأساليب والتقنيات .

7-1-العلاقة بين شبكات العمل Network والمخططات الزمنية BAR-Chart ودورها في الاستغلال الأمثل للموارد.

7-1-1-تكامل العلاقة بين شبكات العمل والمخططات الزمنية :

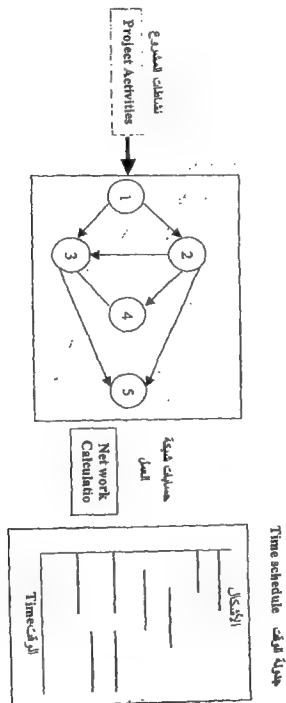
يذهب البعض من المتخصصين بالمخططات الشبكية وإدارة المشاريع إلى تحديد علاقة وثيقة بين شبكات العمل بما في ذلك أسلوبي PERT-CPM والمخططات الزمنية Bar-chart وعلى وجهه التحديد مخطط كانت في مجال التخطيط ورقابة الأداء عند تنفيذ المشاريع وخاصة المشاريع التي تتسم بالبساطة وعدم التعقيد .حيث يعرض الشكل رقم (7-1) موقع وأهمية المخططات الزمنية التي تكمل المهام الملقة على عاتق كل من أسلوب C.P.M أو أسلوب PERT وذلك من أجل عرض مفصل لاستغلال الموارد⁽¹⁾، ومن أجل توضيح فكرة العلاقة القائمة بين المخططات الزمنية وشبكات العمل (وبالتحديد أسلوب C.P.M) نأخذ المثال التالي⁽²⁾:

(1) جاء في كتاب بحوث العمليات للكاتب العربي المغرب جدي طه أن المخططات الزمنية ترد في مجال التنفيذ الفعلي للمشروع ، لزيد من التفاصيل راجع

TAHA.H.Operations Research-An Introduction printice-Hall.Inc.Newyork,1997-P263

(2) يرد مصطلح المخططات الزمنية للدلالة على مخطط جانب ، لزيد من التفاصيل راجع:

جرا، عهد ذياب "بحوث العمليات" جامعة بغداد1988، ص591



شكل (1-7) مراحل تنفيذ المشروع على أساس أسلوب Gant وأسلوب
شبكات العمل Network

مثال رقم 1

توفرت لديك البيانات التالية عن إحدى المشاريع الإنشائية:

الوقت	الأحداث	رمز النشاط
أسبوع 1	(1-2)	A
أسبوع 2	(1-3)	B
أسبوع 3	(1-4)	C
أسبوع 4	(2-5)	D
أسبوع 6	(3-5)	E
أسبوع 9	(3-6)	F
أسبوع 7	(4-5)	G
أسبوع 0	(5-6)	H
أسبوع 1	(4-6)	K
أسبوع 10	(5-7)	L
أسبوع 12	(6-8)	M
أسبوع 1	(7-9)	N
أسبوع 2	(8-9)	W

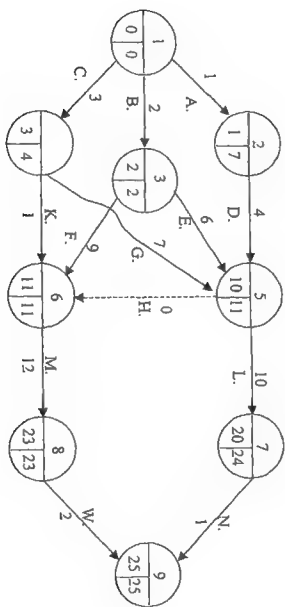
المطلوب:

1- رسم المخطط الشبكي للمشروع.

2- حساب C.P.M, L.T, E.T.

الحل:

إن المطلوب الأول يتم تنفيذه كما يلي:



شكل (2-7) المخطط الشبكي للمشروع

من الشكل رقم (7-2) السابق يتضح أن المشروع المذكور يستغرق إنجازَه 25 يوما، وعلى أساس المخطط الشبكي أعلاه يتم تصميم وبناء مخطط جانب، حيث يتم تقسيم المحور السيني فيه إلى 25 جزء، يكون فيه كل جزء يمثل يوما واحدا، بالإضافة إلى ذلك يقسم المحور العمودي إلى تقسيمات معينة تعبر عن الأحداث الواردة في المخطط الشبكي للمذكور، حيث على أساسها يتم تمثيل الأنشطة الاعتيادية من خلال رسم الأعمدة الأفقية، وبخط عريض، في حين أن الأنشطة الوهمية يكون التعبير عنها من خلال نقاط في هيئة خط مستقيم منقط وبوقت يساوي صفر ويبلغ عدد الأنشطة الاعتيادية (13) نشاطا بضمنها النشاط الوهمي الذي لا يتم تمثيله على المخطط الزمني لأنه لا يستغرق وقتا.

وبشكل عام هنالك اثنتين من الطرق التي بموجبها يتم تمثيل البيانات من خلال المخططات الزمنية، وهما:

أولا: تمثيل الأنشطة حسب التسلسل الرقمي التصاعدي.

من أجل توضيح فكرة هذا الأسلوب يتم الاستعانة بالبيانات الواردة في المخطط الشبكي للمثال رقم (1) وعلى أساس البيانات المذكورة يتم رسم المحور الأفقي ليعبر عن الأزمنة والمحور العمودي ليعبر عن الأنشطة، وهذه الأخيرة تمثل حسب تسلسلها الرقمي التصاعدي، حيث ترسم هذه النشاطات من أعلى المحور العمودي وذلك من النشاط A (1-2) ومن ثم النشاط B (3-1) والنشاط C (4-1) وهكذا بالنسبة لبقية النشاطات ويعتمد طول امتداد النشاط (الذي تم التعبير عنه من خلال الأشرطة العريضة) على المدة الزمنية التي يستغرقها النشاط المذكور.

الشكل رقم (7-3) يوضح هذا النوع من طريقة يمثل الأنشطة، حيث يتضح أن النشاط A (1-2) يستغرق يوماً واحداً، والنشاط B (3-1) يستغرق يومين في حين أن النشاط (6-3) يستغرق ستة أيام وهكذا بالنسبة لبقية الأنشطة. بعد تمثيل الأنشطة طبقاً للأزمنة المحددة لها، فإن الخطوة التالية هي تمثيل الاحتياطات الزمنية بخطوط متقطعة بامتداد النشاطات الاعتيادية، علماً بأن للنشاط الحرج الوقت الاحتياطي يساوي صفر، ومن الشكل رقم (7-3) يتضح أن الوقت الاحتياطي للنشاط A (2-1) يساوي ستة أيام، وهنا يعني، أنه يمكن تأخير هذا النشاط لمدة ستة أيام.

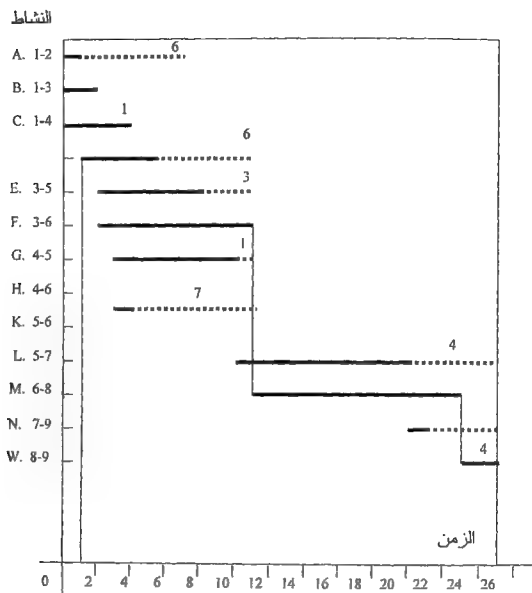
ثانياً: تمثيل الأنشطة حسب وقت المرونة الكلي:

هذا النوع من أساليب تمثيل البيئات للمشاريع، يتم وفق نفس الأساس المعتمد سابقاً من حيث تخصيص المحور الأفقي للأزمنة والمحور العمودي للأنشطة، ما عدا بعض الاختلافات، وهي:

1- يتم رسم الأنشطة بالدرجة أولاً، وذلك لأن الاحتياطات الزمنية لها تساوي صفراً.

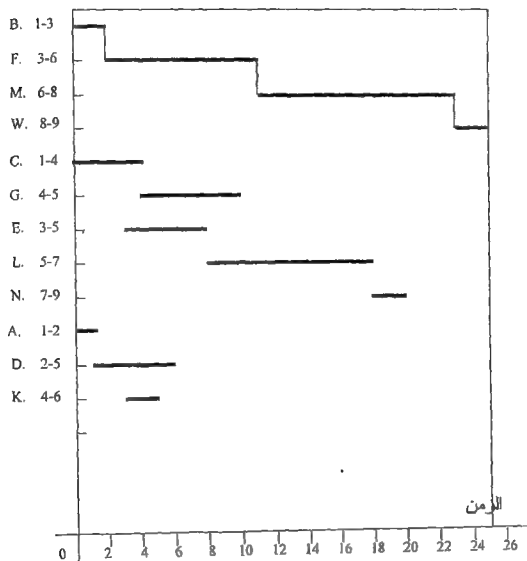
2- يتم بعد ذلك رسم الأنشطة غير الحرجة.

حيث يتضح من الشكل رقم (7-4) إن الأنشطة الحرجة (W.M.F.B) جاءت في المقدمة، ومن ثم جاء بعدها الأنشطة غير الحرجة، حيث يتم رسم النشاط الحرج 20 الذي له وقت احتياطي يوم واحد فقط، ومن ثم يتم رسم النشاط غير الحرج، G الذي له وقت احتياطي يوم واحد أيضاً، وبعد ذلك يتم رسم النشاط غير الحرج E والذي له وقت احتياطي ثلاثة أيام، وهكذا بالنسبة لبقية الأنشطة الأخرى، حيث يلاحظ أن الأنشطة K.D.A.N.L لها أوقات احتياطية هي على التوالي 4,6,6,7 يوم وهكذا.



الشكل (3-7) تمثيل الأنشطة حسب التسلسل الرقمي التصاعدي

النشاط



الشكل (4-7) تمثيل الأنشطة حسب وقت المرونة الكلي

إن عرض أنشطة المشروع وفق الصيغة الأولى أو الثانية يمكن أن يستثمر لأغراض اتخاذ القرارات المتعلقة بالاستغلال الأمثل للموارد المتاحة (أيدي عاملة، أموال ، ... الخ) كما سوف نلاحظ ذلك في الفقرة التالية .

3-3- أساليب توزيع الموارد المتاحة واستغلالها بالشكل الأمثل:

يتم توزيع شبكات العمل والمخططات الزمنية في مجال إدارة المشاريع وتنفيذها، وبالتحديد لتحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة لتنفيذ المشروع ومن هذه الموارد مايلي:

1-الموارد البشرية المختلفة.

2-المكان والمعدات.

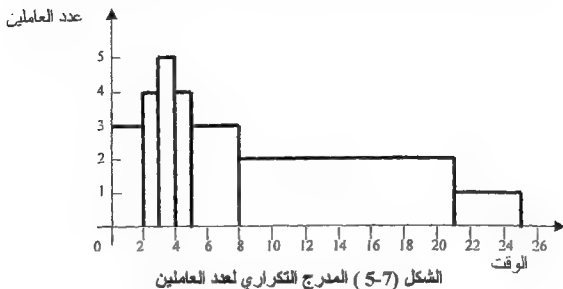
3-المواد الأولية الأساسية والمساعدة.

إن المشاريع على اختلافها تحتاج إلى بعض أو كل هذه الأنواع من الموارد، ويتطلب ذلك على الأنشطة ذاتها، حيث أن كل نشاط قد يحتاج إلى نشاط أكثر من الموارد المذكورة أعلاه. إن الحاجة إلى الموارد المذكورة أعلاه قد تكون ثابتة أو قد تكون متغيرة خلال الفترة الزمنية المحددة للنشاط، وقد تكون الحاجة متغيرة أو قد تكون معتمدة على المدة الزمنية التي يستغرقها النشاط، ومن ذلك يمكن أن نستنتج ، أن كمية الموارد تتناسب بشكل عكسي مع الفترة الزمنية التي يستغرقها النشاط.

إن الدافع الأساسي لاستخدام أساليب توزيع الموارد أن كمية الموارد المذكورة أعلاه لا تتوفر بشكل مطلق بل هي محدودة وترتب عليها كلفة لإدارة المشروع، ومن هنا تظهر الحاجة إلى الموازنة بين زمن إنجاز النشاط وكمية هذه الموارد.

من أجل توضيح أهمية الموارد المحدودة وكيفية التصرف بها من قبل إدارة المشروع نعود مرة أخرى إلى مثالنا السابق، وبالتحديد الشكل رقم (7-2) وعلى سبيل المثال لو كان لإدارة المشروع أربعة عمال فقط لتنفيذ المشروع، ولو أن كل واحد من أنشطة المشروع يحتاج إلى عامل واحد، فإن هكذا فرضية سوف لا تمكن إدارة المشروع من إنجاز المشروع من المدة المحددة وهي 25 يوماً، إذا لا بد من الاستعانة بأيدي عاملة إضافية، ويمكن في هذا نوع من المشاكل الاستعانة بأدوات وأساليب كمية أخرى تمكن إدارة المشروع من تحديد الحاجة المطلوبة من العاملين أو أية موارد أخرى، ومن هذه الأنواع هو أسلوب المدرج التكراري (Histogram) وهو من الأساليب الإحصائية التي يستفيد منها متخذ القرار في إدارة المشروع في عرض ما هو متوفر من موارد خلال سقف زمني معين، وهو عبارة عن محورين أحدهما أفقي مخصص للزمن، والآخر عمودي مخصص للموارد، ويتم التعبير عن الأنشطة من خلال الأعمدة وغير ذلك من أساليب العرض البياني.

وبالعودة إلى المثال رقم (1) السابق والشكل المرتبط به الذي يوضح تمثيل الأنشطة حسب التسلسل الرقمي التصاعدي ومن الشكل المذكور يتضح مقدار ما يحتاج كل نشاط من الوقت اللازم للإجاز، ولو اعتمدنا ما هو مطلوب من العاملين وهو أربعة، فإن ففي هذه الحالة يتم تنظيم الشكل (7-5)



1- يتضح من الشكل أن في الفترة من صفر إلى اثنين هنالك ثلاث نشاطات ، وهو يعني أن الحاجة إلى ثلاث عمال .

2- الفترة من 2 إلى 3 هنالك أربعة أنشطة لذلك فإن الحاجة هنا إلى أربعة عاملين.

3- الفترة من 3 إلى 4 يوجد 5 أنشطة لذلك فإن الحاجة هنا إلى خمسة عمال على أساس أن كل نشاط يحتاج إلى عامل واحد فقط.

4- الفترة من 4 إلى 5 الحاجة إلى أربعة عمال فقط.

5- الفترة من 5 إلى 8 الحاجة إلى ثلاث عمال فقط.

6- الفترة من 8 إلى 21 الحاجة إلى عاملين فقط.

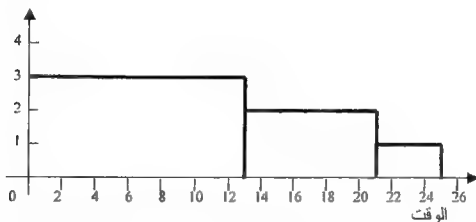
7- الفترة من 21 إلى 25 الحاجة هي إلى عامل واحد فقط.

إن المدرج التكراري الذي تم تصميمه يوضح أنه في الفترة الزمنية من 3 إلى 4 يحتاج المشروع إلى خمسة عمال، وهو غير مقبول من الناحية المنطقية لأن المتوفر هو 4 عمال فقط، في هذه الحالة تظهر أهمية

الاحتياطيات الزمنية، ففي هذه الحالة يمكن تأخير الأنشطة ذات الأوقات الفائضة أو الاحتياطية وذلك بمدة تساوي نفس الوقت الاحتياطي مع عدم التأثير على الموعد المقرر لإحجاز المشروع وهو 25 يوم، على سبيل المثال لو تم أخذ النشاط K، فإن له وقت احتياطي يساوي 7 أيام، لذلك يتم تأجيل عملية تنفيذ هذا النشاط لمدة ستة أيام بحيث تتم المباشرة به في اليوم العاشر بدلاً من اليوم الرابع، وكذلك يمكن أن يؤخر النشاط E يوم واحد مع العلم أن لهذا النشاط وقت احتياطي يبلغ 3 أيام، وبناءً على ذلك فإن التوزيع الجديد للعاملين سوف يكون مناسباً وكافي.

كمية الموارد
(عدد العاملين)

الشكل رقم (6-7):



الشكل (6-7) المدرج التكراري الذي يستثمر الاحتياطيات الزمنية

ويمكن تلخيص وتحليل الشكل السابق كما هو وارد في الجدول التالي:

الفترة الزمنية	الموارد (عدد العاملين)
من 0 ← 11	المطلوب 3 عمال
من 11 ← 21	المطلوب 2 عامل
من 21 ←	المطلوب 1 عامل

ومما تقدم يتضح دور وأهمية الاحتياطات الزمنية التي تم الحصول عليها من خلال المخططات الزمنية في تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة، حيث يتضح أن عدد العاملين تم تقليص عددهم من 5 إلى 3 لتنفيذ المشروع المذكور في المدة المحدودة دون تأخير.

مثال رقم (2):

إحدى المشاريع الإنشائية يتضمن مجموعة من الأنشطة وكانت كما في الجدول التالي:

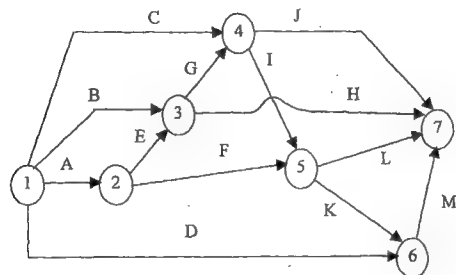
Activityالنشاط	Eventsالأحداث	المدة الزمنية	كمية الموارد المطلوبة
A	(1-2)	يوم 3	1
B	(1-3)	يوم 1	2
C	(1-4)	يوم 15	5
D	(1-6)	يوم 7	3
E	(2-3)	يوم 8	1
F	(2-5)	يوم 10	4
G	(3-4)	يوم 3	10
H	(3-7)	يوم 10	9
I	(4-5)	يوم 10	8
J	(4-7)	يوم 22	7
K	(5-6)	يوم 5	2
L	(5-7)	يوم 12	5
M	(6-7)	يوم 17	3

المطلوب:

1- رسم المخطط الشبكي للمشروع.

2- رسم المخططات الزمنية التي توضح كيفية تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد.

الحل :



الشكل (7-7) المخطط الشبكي للمشروع

على أساس الشكل السابق يتم حساب الأوقات المبكرة والمتأخرة للإنجاز كما يلي:

النشاط Activity	الوقت المبكر ET	الوقت المتأخر LT	النشاطات الدرجة
A	3	4	
B	1	12	
C	15	15	*
D	7	30	
E	11	12	
F	13	25	
G	14	15	
H	21	37	
I	25	25	*
J	37	37	*
K	30	30	*
L	37	37	*
M	37	37	*

بالإضافة إلى ما تقدم يمكن حساب الاحتياطات الزمنية وكما يلي:

Activity النشاط	الاحتياطات الزمنية		
	الكلبي	الحر	المستقل
A	1	0	0
B	11	10	10
C	0	0	0
D	23	23	23
E	1	0	0
F	12	12	11
Q	1	1	0
H	16	16	15
J	0	0	0
J	0	0	0
K	0	0	0
L	0	0	0
M	0	0	0

من الشكل (7-8) والحسابات الزمنية المرتبطة به نجد أن هنالك أكثر من نشاط خرج واحد، وهي:

1 C.J

$$5+7 \rightarrow 12$$

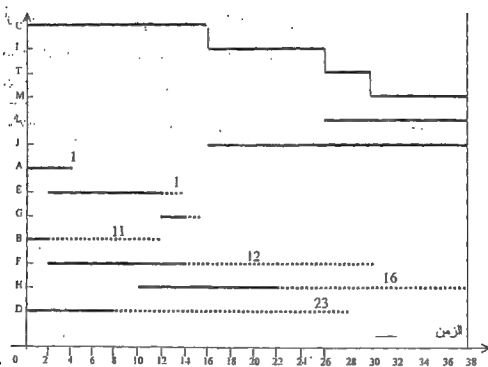
2 C→I→L

$$5+10+5 \rightarrow 20$$

3 C.→I.→K.→M

$$5+10+5+17 \rightarrow 37$$

الخطوة التالية هو رسم المخطط الزمني للمشروع وذلك عن أساس تمثيل الأنشطة حسب الاحتياطات الزمنية وبالتحديد الوقت الاحتياطي الكلي" مع العلم أن الأساس في الرسم هو المسار الحرج، وذلك كما هو واضح في الشكل (7-8) .



الشكل (7-8) المخطط الزمني للمشروع

من الشكل (7-8) يتضح أن المسار للخرج هو القاعدة الأساس في تغطية كافة النشاطات و يبلغ طوله 37 يوم، وعلى أساسه يتم تحديد الأوقات التي تمثل الاحتياطات الكلية.

من الشكل السابق يتضح أن الوقت الاحتياطي الكلي للنشاط B هو 11 يوما، والوقت المرن الكلي للنشاط A يساوي يوما واحدا، وهكذا لبقية الأنشطة يرسم المدرج التكراري (Histogram) الذي يمثل كمية المصادر المطلوبة في أية لحظة زمنية، مثلا في الشكل (7-8) نرى أن عدد الأنشطة التي يبدأ بتنفيذها أو المباشرة فيها في الأيام من 0 إلى I هي أربعة أنشطة وهي على الترتيب من الأعلى إلى الأسفل A, B, C, D الكمية المطلوبة من المصادر في اليوم الأول يمكن حسابها كما يلي:

الأنشطة التي يبدأ في اليوم الأول	كمية الموارد المطلوبة
C	5
A	1
B	2
D	3
المجموع	11

- إن كمية المصادر المطلوبة في اليوم الأول تساوي 11.
- عدد الأنشطة المباشرة فيها في اليوم الثاني والثالث (من 1 إلى 3) ثلاثة أنشطة وهي A, B, C, D، أن كمية المصادر المطلوبة في اليومين الثاني والثالث تساوي 9.

عدد الأنشطة المباشرة بها في الأيام 4,5,6,7، هي أربعة أنشطة مباشرة أنناه:

الأنشطة	كمية الموارد المطلوبة
C	5
E	1
F	4
D	3
	المجموع 13

- إن كمية المصادر المطلوبة في تلك الفترة تساوي 13.
- إن عدد الأنشطة في الأيام من 7 إلى 11 هي ثلاث أنشطة وإن كمية المصادر المطلوبة في تلك الأيام تساوي 10.
- عدد الأنشطة في الأيام من 11 إلى 13 هو أربعة أنشطة وإن كمية المصادر المطلوبة تحسب كالآتي:

الأنشطة	كمية الموارد المطلوبة
C	5
G	10
F	4
H	9
	المجموع 28

كمية المصادر المطلوبة في تلك الأيام هي 28. أما كمية المصادر المطلوبة في اليوم 13 فإنها تساوي 24 أما كمية المصادر المطلوبة في اليوم 14 فإنها تساوي 14.

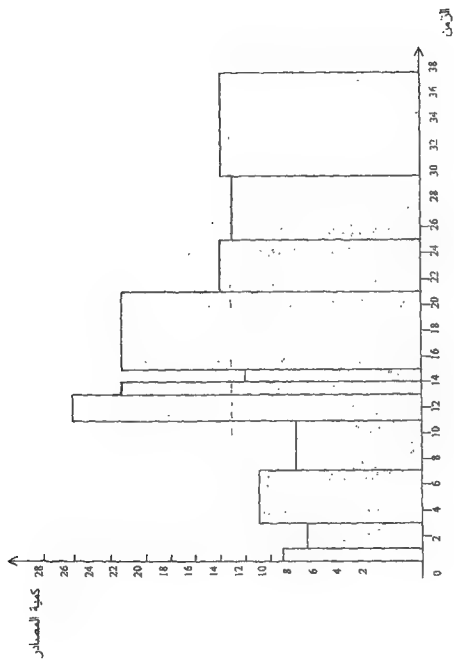
الخطوة الثانية هو :

تلخيص الحسابات المتبقية وكمية المصادر المطلوبة وذلك في كل فترة ة وكما
يرد في الجدول رقم (1-7) :

جدول رقم (1-7) كمية المصادر المطلوبة في كل فترة زمنية

كمية الموارد المطلوبة	الفترة الزمنية / الأيام
11	0 إلى 1
9	3-1
13	7-4
28	11-7
24	13-11
14	14-13
24	15-14
15	21-15
14	25-21
15	30-25
	37-30

وبعد ذلك يتم رسم المدرج التكراري للكميات المطلوبة في كل فترة كما مبينة
في الشكل (7-10) .



الشكل (7-10) المدرج التكراري لكمية المصادر المطلوبة

من الممكن إجراء التعديلات على الشكل (7-10) وذلك بتأخير موعد تنفيذ الأنشطة غير الحرجة حيث أن هذه الأنشطة لا تؤثر على الوقت المقرر للمشروع ما دام التأخير ضمن الوقت المرن الكلي للنشاط غير الحرج. تتبع الطريقة الآتية في إجراء التعديلات المطلوبة:

1- يؤخر النشاط A يوما واحدا حيث يكون وقت المباشرة بتنفيذه هو اليوم الأول.

2- المباشرة بتنفيذ النشاط B في اليوم الرابع.

3- المباشرة بتنفيذ النشاط في اليوم الخامس.

4- المباشرة بتنفيذ النشاط F في اليوم العاشر.

5- المباشرة بتنفيذ النشاط E في اليوم الرابع.

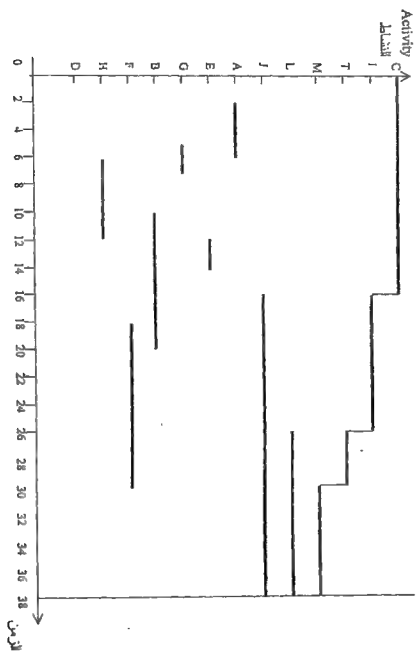
6- المباشرة بتنفيذ النشاط G في اليوم الثاني عشر.

7- المباشرة بتنفيذ النشاط H في اليوم العشرين.

أما بقية أوقات الأنشطة الحرجة فتبقى كما هي في الشكل (7-10) وبعد ذلك يتم تنظيم الشكل رقم (7-11) ، والخطوة التالية هو أن يحسب من الشكل (7-11) كمية المصادر المطلوبة في كل فترة وكما في الجدول (7-2).

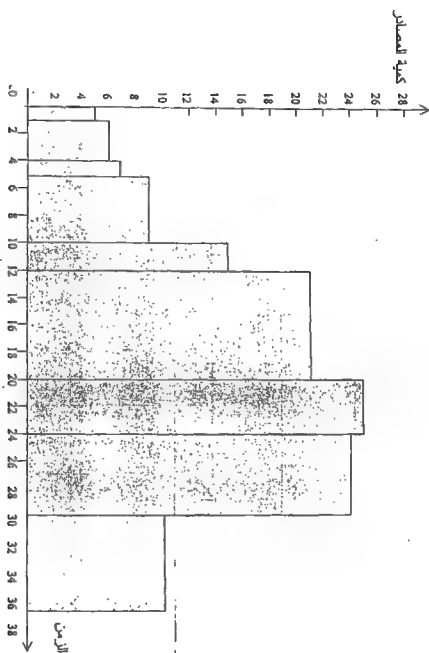
جدول (2-7) كمية المصادر المطلوبة بعد إجراء التعديلات

الفترة الزمنية بالأيام	كمية المصادر المطلوبة/ عمال
1-0	5
4-1	6
5-4	7
10-5	9
12-10	13
15-12	19
20-15	19
25-20	24
30-25	23
37-30	10



الشكل (7-11) المخطط الزمني بعد التغيير

وهكذا تتجلى فائدة المخططات الزمنية والمدرجات التكرارية في تقليص كمية المصادر المطلوبة إلى حد مقبول وحسب الرغبة في تنفيذ الأنشطة المختلفة حيث يتدرج عدد العمال في الشكل (7-12) تدريجياً إلى أن يصل إلى 24 عاملاً كحد أعلى ثم يبدأ المنحنى بالتنازل.



الشكل (7-12) المدرج التكراري بعد التغيير

إن المثال السابق يمكن أن يرد في صيغة أخرى، حيث أن بيانات المشكلة ترد مباشرة داخل المخطط الشبكي للمشروع كما هو واضح في الحالة الدراسية أدناه.

حالة دراسية رقم (1)

إحدى المنشآت المتخصصة بعمليات الطلاء والصيغ رست عليها مناقصة تتعلق بمشروع طلاء أحد البيوت السكنية الكبيرة والذي يتكون مما يلي:

1- غرف عادية في الطابق الأول First Floor Rooms.

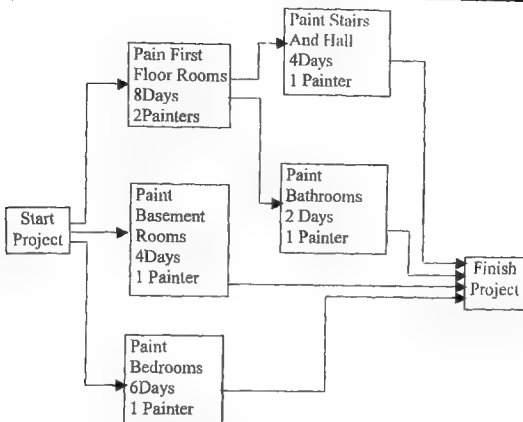
2- غرف الجلوس Basement Rooms.

3- غرف نوم أرضية Bed rooms.

4- الصالة ومحلاتها Staris and Hall.

5- الحمامات Bath room.

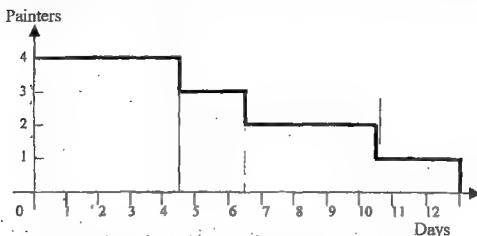
المخطط الشبكي المعبر عن هذا المشروع كما في الشكل رقم (7-13) وتظهر علاقة استغلال الموارد بشكل مغاير لما ورد معنا في الحالات السابقة، حيث نلاحظ أن عرض الاشكال يتم من خلال عدة او أشكال افقية كما هو واضح في الشكل (7-14) . ويتم معالجة هذان احالة وتسوية المسود كما في الشكل (7-15) حيث يتضح منه كمية الموارد المطلوبة في كل فترة زمنية .



شكل (7-13) المخطط الشبكي للمشروع

													Painter Days
First Floor Rooms (2Painters)													16
Stairs & Halls (1 Painter)													4
Bathroom (1 Painter)													2
Basement Rooms (1 Painter)													4
Bedrooms (1 Painter)													6
Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Painter	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	1	1	32

الشكل (7-14) استغلال الموارد المتاحة



الشكل (7-15) كمية الموارد المطلوبة في كل فترة

إن الأنشطة الواردة في المخطط الشبكي السابق يتم برمجتها ضمن المخطط الزمني للمشروع على أساس أن ومن المسار الحرج في هذا المخطط هو 12 يوم ويعرض الشكل رقم (7-14) الكيفية التي بموجبها يتم تخطيط الموارد واستغلالها ضمن المدة الزمنية المحددة لإتجاز المشروع.

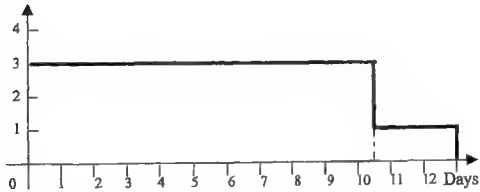
أما كمية الموارد المطلوبة (عدد العاملين في الصباغين أو رسامين) فإن المدرج التكراري الوارد في الشكل رقم (7-15) يوضح ذلك، حيث يتضح أن أكبر عدد يتطلب توفرهم في الفترة بين اليوم الأول واليوم الرابع.

إن المدرج التكراري الوارد في الشكل المذكور ليس هو الشكل النهائي الذي يعبر عن كمية الموارد المطلوبة في كل فترة زمنية، بل من الممكن إجراء تعديلات فيه بحيث يصبح أكثر انتظاماً، ومن أجل تحقيق ذلك يفترض أن يتم تنظيم مخطط زمني جديد رقم (7-16) حيث تم فيه إجراء تعديلات بالاعتماد على الشكل السابق، بحيث تم تأخير موعد تنفيذ الأنشطة غير الحرجة، ومن المعطوم أن هذه الأنشطة لا تؤثر على الوقت المقرر للمشروع ما دام التأخير قد تم ضمن الوقت المرن الكلي للنشاط.

Painter Days												
	First Floor Rooms (2 Painters)											16
	Stairs & Halls (1 Painter)											4
	Bathroom (1 Painter)											2
	Basement Rooms (1 Painter)											4
	Bedrooms (1 Painter)											6
Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Painter	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
												32

شكل رقم (7-16) المخطط الزمني المعدل

وعلى أساس هذا الشكل يتم إعادة رسم المدرج التكراري الذي يوضح كمية الموارد المطلوبة في كل فترة كما هو واضح في الشكل رقم (7-17).



الشكل (7-17) كمية الموارد المطلوبة في كل فترة بعد التعديل

وأخيراً لا بد وأن نشير هنا إلى أن المخطط الزمني المعدل الوارد في الشكل رقم (7-15) يمكن المسؤول عن تنفيذ المشروع من حساب الاحتياطات الزمنية (Slack) وذلك على ثلاث مراحل ، وهي:

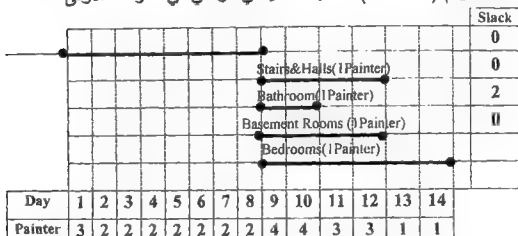
1- المرحلة الأولى First Resource Allocation

2- المرحلة الثانية Second Resource Allocation

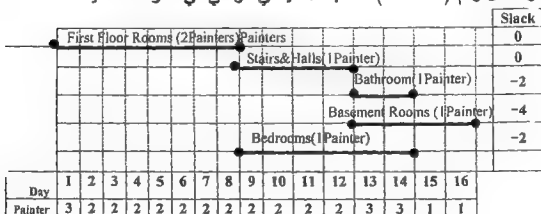
3- المرحلة الثالثة Third Resource Allocation

كما هو واضح من الشكل رقم (A/18-7) والشكل رقم (B/18-7) والشكل رقم (C/18-7).

الشكل رقم (A/18-7) حساب الاحتياطي الزمني في المرحلة الأولى⁽¹⁾



والشكل رقم (B/18-7) حساب الاحتياطي الزمني في المرحلة الثانية



⁽¹⁾ أن الوقت السابق الاحتياطي يساوي صفر

والشكل رقم (7-18/ C) حساب الاحتياطي الزمني في المرحلة الثالثة.

	Slack															
First floor Rooms (2Painters)	Painters															
	Stairs& Halls (1 Painter)															
	Bathroom (1 Painter)															
	Basement Rooms (1 Painter)															
	Bedrooms (1 Painter)															
Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Painter	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

2-7 أسلوب شبكة GERT:

يمكن تقسيم تحليلات شبكات العمل، إلى مايلي :

1-DAN ← يعني التحليلات المحددة لشبكات العمل

Deterministic Analysis Net Work

2-GAN ← يعني التحليلات الاحتمالية أو التصادفية لشبكات العمل

Stochastic Analysis Net Work

Generalized Analysis Net Work

النوع الأول تم دراسته في الفقرات السابقة، أما بالنسبة للنوع الثاني، فإن فكرة هذا النوع من التحليلات تعتمد على تصميم شبكات عمل يكون فيها أنواع مختلفة من الأشكال التي تعبر عن الأحداث بالإضافة إلى وجود عوامل (إضافة ومضاعفات) في مكونات وعناصر الشبكة.

بشكل عام يمكن تفسير فكرة بناء وتصميم شبكة العمل، بأنها عبارة عن تحديد لمخرجات ومدخلات إلى الأحداث من العلاقات المنطقية المختلفة، حيث أن المدخلات تتضمن:

1-بدائل من فك الارتباط.

2-بدائل من الارتباط.

3- صيغ وأشكال.












يضاف إلى ما تقدم هو وجود نوعين من أنواع علاقات المخرجات وهي:

1- محددة Deterministic.

2- احتمالية Probabilistic.

إن العلاقات الواردة الذكر أعلاه بأنواع المنخلات والمخرجات يمكن توضيحها من خلال الجدول التالي:

جدول اشكال تنظيم شبكة GERT

المخرجات المنخلات		بدائل تفرع	بدائل اتصال	
				
محددة Determinist				
احتمالية Probabilist				

إن هذه الأشكال والصيغ ترد ضمن أسلوب تتميز من أساليب شبكات العمل

يعرف باسم (GERT) وهو اختصار للكلمات التالية:

Graphical Evaluaton and Review Techuque

إن هذا النوع من شبكات العمل يرد وفق صيغ وأشكال مختلفة حيث إن الأنواع

الأكثر شيوعاً من الأحداث في شبكة GERT، هي تلك التي لها ترد ضمن

المنخلات والتي تنقسم ببدائل مختلفة من فك الارتباط والتي بها مخرجات

احتمالية، وتعرف باختصار باسم (STALTRO).

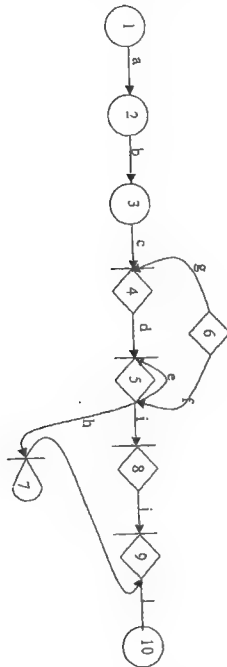
إن أسلوب GERT هو حالة معقدة من الأساليب السابقة PERT /C.P.M ويعرف بأنه أسلوب المراجعة والتقييم البياني:

Graphical Evalution and Review Technique ويقوم هذا الأسلوب على افتراض أم جميع الأنشطة تأخذ مكانها ولكن أن لكل نشاط احتمالية الحدوث في شبكات الأعمال أو التحليل الشبكي، وهذا يعني أن ليس بالضرورة أن يتم إنجاز جميع الأنشطة ضمن شبكة العمل، يضاف إلى ما تقدم هنالك إمكانية للرجوع إلى الأنشطة السابقة لإجراء بعض التعديلات . من أجل توضيح فكرة أسلوب GERT نعرض للقارئ الكريم الجدول رقم (3-7) وكذلك المخطط الشبكي رقم (7-9) الذي يعبر عن إحدى المشاريع المتوقعة بصناعة محرك للغسالات ولم نخوض في عملية حل هذه المشكلة ،حيث تم تأجيل ذلك إلى مؤلفات قادمة .

تم بعونه تعالى

رمز النشاط	تفاصيل نشاط	الموئل :
a.	ترتيب مواقع الإنتاج	وقت الانتاج
b.	دفع المكونات داخل لمواقع	وقت عملية الانتقال
c.	البدء بتنفيذ العمليات	وقت التنفيذ
d.	رقابة	وقت الرقابة
e.	تصحيح وتعديل	وقت التصحيح والتعديل والاختلالات
f.	تحويل المنتج الى الصيانة	وقت الصيانة والاختلالات
g.	الصيانة	وقت الصيانة
h.	تحويل المنتج نحو المخازن	وقت تحويل المنتج للمخازن والاختلالات
i.	تحويل المنتج نحو البحوث والفرص	وقت التحويل
j.	فحص وتحليل	وقت الفحص والتحليل
k.	تحويل نحو مخازن المواد العاملة	وقت التحويل نحو المخازن والاختلالات
L.	تحويل المنتج نحو مخازن الجاهز	وقت تحويل المنتج نحو مخازن الجاهز

جدول رقم (7-3) بيانات وتفصيل الأنشطة في الشبكة لأسلوب GERT



الشكل رقم (7-19) المخطط الزمني للمشروع وفق أسلوب GERT

الأسئلة النظرية للفصل السابع

- س1: ما هو المقصود بـ Bar-chart؟
- س2: ما هي العلاقة بين شبكات العمل وأسلوب Bar-chart؟
- س3: ما هي العلاقة بين أسلوب C.P.M وأسلوب Bar-chart؟
- س4: كيف يمكن التعبير عن تكافل العلاقة بين شبكات العمل والمخططات الزمنية؟
- س5: ما هي أساليب توزيع الموارد المتاحة؟
- س6: ما هو المقصود بأسلوب GERT؟
- س7: ما هي نقطة اختلاف أسلوب GERT عن أسلوب C.P.M وأسلوب PERT؟
- س8: ما هي استخدامات أسلوب GERT في الواقع العملي؟

المراجع العلمية والملاحق

أولاً: المراجع العلمية

ثانياً: الملحق

المراجع العلمية

أولا المراجع العربية (الكتب):

- 1- الماضي، وليد، لتسيير المشاريع، دمشق، دار المعرفة 1988.
- 2- عيد، عاطف محمد، المشروعات، القاهرة: 1990.
- 3- غراهام، روبرت ج، تكوين البيئة الخارجية للمشاريع الناجحة، ترجمة أيمن الطباع، الرياض: مكتبة العبيكات، 2002.
- 4- فريم، ج ديفيسن، إدارة المشروعات في المؤسسات، ترجمة عبد الله كامل عبد الله، الرياض: مكتبة العبيكات، المؤتمن. للتوزيع، 1997.
- 5- سلمان، شامي تيسير، إدارة المشاريع، الرياض: المؤتمن للتوزيع، 1997
- 6- ريدفنج، جوزسي، المنهج الراديكالي في إدارة المشروعات، الرياض: مكتبة العبيكات، 2003.
- 7- ماضي، محمد توفيق، إدارة وجدولة المشاريع، القاهرة، الدار الجامعية، 2000.
- 8- الأسير، عزيز، إدارة المشاريع باستخدام Microsoft Psoject 2000، حلب: شعاع للنشر والعلوم، 2000.
- 9- ريدنج، جون ماسي، النهج الإداري في إدارة المشروعات، ترجمة أيمن الأرخنازي، الرياض: مكتبة العبيكات، 2003.
- 10- العبيدي، محمود والفضل، مؤيد: بحوث العمليات وتطبيقاتها في إدارة الأعمال، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع / الأردن- عمان 2004.
- 11- جزاع، عبد ذياب، بحوث العمليات- الطبعة الثانية، جامعة بغداد 1986.
- 12- مشرقي، حسن علي وآخرون، بحوث العمليات- تحليل كمي في الإدارة، دار المسيرة للنشر والتوزيع- الأردن - عمان 1997.

- 13- الفضل، مؤيد ومحمد ، حاكم محسن، إدارة الإنتاج والعمليات، دار زهران للنشر والتوزيع - الأردن- عمان 2004.
- 14- الفضل ، مؤيد عبد الحسين، شير، محاح باقر، بحوث العمليات وتطبيقاتها في وظائف المنشأة ، دار زهران للنشر والتوزيع- الأردن- عمان 1999.
- 15- علي، رضا صاحب وآخرون، الإدارة لغات معاصرة، مؤسسة الوراق- الأردن - عمان 2001.
- 16- زيارة، فريد فهمي، إدارة الأعمال- الأصول والمبادئ/ مدخل وظائف المدير، مطبعة الشعر / الأردن- اريد 2000.
- 17- نجم، عبود نجم، الأساليب الكمية/ نماذج وتطبيقات ، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع/ الأردن- عمان 2004.
- 18- شخفي، عدنان وضوية سلمان، مقدمة في بحوث العمليات، بيت الحكمة/ جامعة بغداد 1988.

(الرسائل العلمية)

- 1- رولق كاظم بشر ، استخدام المخططات الشبكية (C.P.M) في تخطيط الحملات التسويقية للسلع الجديدة، أطروحة ماجستير مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد في جامعة القادسية، 2001 تحت إشراف د. مؤيد الفضل.
- 2- وداد مجيد الزهادي، استخدام أسلوب التحليل الشبكي في المشاريع الإنشائية- دراسة تطبيقية في مطار أربيل، أطروحة ماجستير مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد وفي جامعة صلاح الدين سنة 1988 تحت إشراف د. مؤيد الفضل.
- 3- عز الدين مجد بركات العوادة، فاعلية الأداء الرقابي لأسلوب التحليل الشبكي- دراسة تطبيقية في مشاريع وزارة التربية والتعليم في الأردن، أطروحة ماجستير مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد في الكوفة سنة 1998 تحت إشراف د. مؤيد الفضل.
- 4- محمد ناصر العزاوي، التكامل بين أسلوب C.P.M وأسلوب MRP / دراسة تطبيقية في أحد المشاريع النفطية ، أطروحة دكتوراه مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد في جامعة بغداد سنة 2001 تحت إشراف د. كريم محسن.

- 1-Jew is, Jaesp, fundamentals of project Management, New York, America, 2001.
- 2-Pinto, Jefferyk., Building customer based project organizations, New York, John Wiley sons, 2001.
- 3-Cova, Bernard, Project marketing, New York, John Wiley and Sons, 2002.
- 4-Gido, Jack, successful project Management, Mason, Ohio: south-western, 2003
- 5-Richman, Larry, Projected Management step – by – step, New York: America, 2002.
- 6-Cleland, David I, Project Management, Boston; McGraw – Hill, 2002.
- 7-Murch, Richard, Project Management, Upper saddle River, New Jersey: Prentice – Hall, 2001.
- 8-Mingus, Nancy, Alpha Teach yourself project management in 24 hours, Indianapolis, In: Alpha, 2002.
- 9-Decprose, Donna, Smart Things to know about managing projects, Oxford; Capstone publishing, 2001.
- 10-Grady, Tony, Strategic project Management, London: Thomson Learning, 2002.
- 11-Jitendra, M.D., Encyclopaedia of project management, New Delhi: Anmol publications, 1999.
- 12-Thomsett, Rob, Radical project management, upper saddle river, New Jersey: Prentice – Hall, 2002.
- 13-Schwalbe, Kathy, Information technology: project management, Cambridge, Mass: Course Technology, 2002.
- 14-Tkacz, Michael, Managing multiple projects, New York: McGraw-Hill, 2002.
- 15-Heerkens, Gray R. project management, New York: McGraw – Hill, 2002.
- 16-Smith, Karl A., Project management and teamwork, Boston: McGraw-Hill, 2000.

- 17-Hughes, Bob, Soft ware Project management, London: McGraw -Hill, 1999.
- 18-Day, David W. J., Project management & control, Hampshire: Macmillan, 1994.
- 19Beck, Robert, Effective project management, N.Y: John Willey & Sons, 1995.
- 20-Punmia, B.C, Project planning and control with PERT and CPM, New Delhi: Laxmi publications, 1987.
- 21.Mylor, Harvey, project Management, Edinburgh Gate: parson Education Limited, 2003.
- 22-Meredith, Jack R., Project Management practice, New York: John wiley, 2001.
- 23-Boddy, David, management projects, New Jersey: Printice – Hall, 2002.
- 24-Cleland, Davidly., Project Management, Boston: Mc Grow –Hill, 2002.
- 25-Mik Wisniewski “Quantitative Method For Decision Makers” prentice 0 Hall, Fuc. New York 2002.
- 26-TAHA A.H “Operation research – An Introduction” McGraw Hall, New York 1997.
- 27-Zbigniew Y. “Badania Operacyi new Przykladachi Zadaniach” PWN. W-wa 2001.
- 28-Anupindi R. “Managing Business process flows” REVE, Prentice- Hall, New York 1999.
- 29-Anderson D.R. “Quantitative Methods for Business, W. Pub. Co., New York 1992.
- 30-Krajewski L. & Ritzman P. “Operation Management” McGraw – Hall, New York 2002.

الملحق

الجداول الإحصائية لدالة التوزيع الطبيعي (Z)

.Normal Distrubution Function (Z)

Appendix (A) ملحق (أ)

Statistical Tables

Normal Distribution Function

$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt$										
z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406		0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.954
1.7	0.9554	0.9573	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9656	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9726	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767

- تابع للجداول في ص 375

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998									
4.0	0.99997									
5.0	0.9999997									
6.0	0.999999999									

هذا الكتاب

يشكل اسهاماً بارزاً في عرض وتحليل المدخل الكمي في إدارة المشروعات ، والذي يشكل أداة رئيسة لدعم مدراء المشروعات لتحقيق الكفاءة والفاعلية في صناعة القرارات المرتبطة بالمشاريع المختلفة . وفي هذا الإطار يعرض الكتاب أهم التقنيات الكمية والمتمثلة بأسسـلوبي (CPM) و (PERT) والتي أصبحت تشكل دعامة لنجاح أي مشروع في ظل تطبيقها باستخدام البرامجيات الجاهزة وتكنولوجيا المعلومات.

إن قراءة هذا الكتاب تمثل ضرورة للمهتمين بإدارة المشروع لبناء وتنمية القاعدة المعرفية الأساسية . والمهارات التطبيقية المدعومة بحالات من الواقع العملي .

الدكتور مؤيد الفضل

- استاذ إدارة الأعمال (بحوث العمليات) المشارك
- حاصل على شهادة الدكتوراه من جامعة بوزنان / بولندا في سنة ١٩٨٥ .
- عمل في عدد من الجامعات العراقية والأردنية .
- نشر عدد من البحوث العلمية وساهم في العديد من المؤتمرات المحلية والعالمية .
- اصدر عدد من الكتب في مجال المنهج الكمي / إدارة الأعمال .

الدكتور محمود بدر العبيدي

- استاذ إدارة الأعمال المساعد / أساليب كمية
- في إدارة العمليات والحاصل على شـهادة الدكتوراه من جامعة أوسكار لانكة - بولندا
- عمل في عدد من الجامعات العربية . وله عدد من المؤلفات والبحوث العلمية المتخصصة
- في المنهج الكمي . كما ساهم في عدد من المؤتمرات العلمية العربية .

Bibliotheca Alexandrina



0585725

مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع

عمان - شارع الجامعة الأردنية - مقابل كلية الزراعة
تلفاز: 5337708 ص ب 1527 عمان 1053 الأردن

ردمك x - 056 - 33 - 9957 ISBN

